FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1965

THÈSE N° 254

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

André SZAKVARY

Né le 12 Février 1936, à Budapest (Hongrie)

Présentée et soutenue publiquement le 6 mai 1965

Les résidus des produits dits phytosanitaires sur les fruits et légumes : leurs incidences possibles

Enquête auprès des producteurs

•

TRAVAIL DU CENTRE DE RECHERCHE FOCH

Directeur : H. GOUNELLE

4 Avenue de l'Observatoire - Paris-6e

Président : M. BOYER, Professeur

IMPRIMERIE

R. FOULON & Cie

29, Rue Deparcieux, 29

PARIS — 1965

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1965 **THÈSE** N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

André SZAKVARY

Né le 12 Février 1936, à Budapest (Hongrie)

Présentée et soutenue publiquement le 6 mai 1965

Les résidus des produits dits phytosanitaires sur les fruits et légumes : leurs incidences possibles Enquête auprès des producteurs

•

TRAVAIL DU CENTRE DE RECHERCHE FOCH
Directeur : H. GOUNELLE
4 Avenue de l'Observatoire - Paris-6e

Président : M. BOYER, Professeur

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

IMPRIMERIE
R. FOULON & Cie
29, Rue Deparcieux, 29
PARIS — 1965

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavie (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Mouquin (M.), Olivier (E.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.)

Doyen : Gaston CORDIER,

1er assesseur : Daniel BARGETON — 2e assesseur : Paul CASTAIGNE

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	Delmas (A.)
Anatomie pathologique	Delarue (J.)
Anesthésiologie	Baumann (J.)
Biochimie médicale	Jayle (M.-F.)
Biologie appl. à l'Education physique et aux sports	Malmejac (J.)
Biologie médicale	Fauvert (R.)
Biophysique médicale	Bugnard (L.)
	Dognon (A.)
	Djourno (A.)
Cancérologie méd. et soc.	Bernard (J.)
Chimie pathologique	Schapira (G.)
Embryologie	Tuchmann (H.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	Joannon (P.)
Histologie	Giroud (A.)
Hygiène et méd. préven.	Boyer (J.)
Médecine du Travail	Desoille (H.)
Médecine légale	Derobert (L.)
Microbiologie (Bactériol. et virologie)	Fasquelle (R.)
Parasitologie	Brumpt (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	Laurence (G.)
Pathologie exotique	N...
Pathol. expér. et comparée	Merklen (F.-P.)
Pathologie médicale	Laroche (Cl.)
	Bricaire (H.)
Pathologie respiratoire	Turiaf (J.)
Pathol. et thérap. générales	Deparis (M.)
Pharmacologie	Cheymol (J.)
Physiologie	Bargeton (D.)
	Parrot (J.)
Physiol. et pathol. obstét.	Lepage (F.)
Radiologie médicale	Desgrez (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	Cauchoix (J.)
Thérapeutique	Conte (M.)
Thérapeutique appliquée	Lamotte (M.)

b) Professeurs a titre personnel :

Anatomie anthropologique	Olivier (G.)
Biochimie médicale	Desgrez (P.)
	Polonovski (J.)
Biologie médicale	Bourlière (F.)
Pharmacologie	Lévy (Mlle J.)
Physiologie	Dejours (P.)
Physique médicale	Kellershohn (L.)
	Gougerot (L.)
Radiologie médicale	Fischgold (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

Cliniques :	
— carcinologique chirurg. (Necker)	Redon (H.)
— cardiol. (Broussais)	Soulié (P.)
— chirurgicales : *Beaujon :* Lortat-Jacob (J.-L.); - *Cochin :* Leger (L.); - *Hôtel-Dieu :* Patel (J.); - *Pitié :* Cordier (G.); - *Saint-Antoine :* Gosset (J.); - *Salpêtrière :* Sicard (A.); - *Tenon :* Olivier (Cl.).	
— chirur. infant. et orthop. (Enfants-Malades)	Fèvre (M.)
— chirurg. orthopéd. et traumatol. (Cochin)	Merle d'Aubigné (R.)
— chirurgie cardio-vascul. (Broussais)	Dubost (Ch.)
— chirurg. pleuro-pulmon. (Laënnec)	Mathey (J.)
— endocrinologique (Pitié)	Decourt (J.)
Cliniques :	
— Génétique médicale (Enfants-Malades)	Lamy (M.)
— gynécologique (Broca)	Huguier (J.)
— maladies cutanées et syphilit. (Saint-Louis)	Degos (R.)
— maladies des Enfants (Enfants-Malades)	Turpin (R.)
— maladies infectieuses (Claude-Bernard)	Mollaret (P.)
— maladies mentales et de l'encéphale (Ste-Anne)	Delay (J.)
— malad. métab. (Necker)	Hamburger (J.)
— maladies du sang (Broussais)	Marchal (G.)
— maladies du système nerveux (Salpêtrière)	Castaigne (P.)

Cliniques :	MM.
— médicales : *Broussais :*	Milliez (P.), Lenègre (J.) ; - *Cochin :* Brouet (G.) ; - *Hôtel-Dieu :* Bariéty (M.) ; - *Lariboisière :* Sèze (S. de) ; - *Pitié :* Dreyfus (G.) ; - *Saint-Antoine :* Kourilsky (R.), Boudin (G.).
— d'hydrologie et de climatologie (Bichat) ..	Debray (Ch.)
— médicale infantile de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	Marie (J.)
— médicale propédeutique (Broussais)	Justin-Besançon (L.)
— médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	Derot (M.)
— neuro-chirurgie (Pitié) .	David (M.)
— neurolog. (Salpêtrière)	Garcin (R.)
— obstétricales : *Baudelocque :*	Lacomme (M.) ; - *Foch* (Suresnes) : Merger (R.).
— obstétricale et gynécol. (Port-Royal)	Varangot (J.)
— ophtalmol. (Hôtel-Dieu)	Renard (G.)
» (Cochin) ..	Offret (G.)
— oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	Aubry (M.)

Cliniques :	MM.
— pédiatrie et de puéricul. (Saint-Vincent-de-Paul)	N...
— pneumo-phtisiologie (Laennec)	Bernard (E.)
— neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière) . ..	Michaux (L.)
— rhumatologie médicale et sociale (Cochin) ..	Coste (F.)
— stomato. (Salpêtrière) .	Dechaume (M.)
— thérapeutique chirurg. (Vaugirard)	Roux (M.)
— thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	Lemaire (A.)
— toxicologique	Gaultier (M.)
— urologique (Cochin) .	Aboulker (P.)
— chirurg. orthopédique et traumatologique ..	Padovani (P.)
Séméiologie médicale . ..	Domart (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales	Poilleux (F.)
Séméiologie traumatique et orthopédique	Judet (R.)
Clinique urolog. (Necker)	Couvelaire (R.)
Hygiène et clinique de la 1re enfance (Trousseau)	N...

b) Professeurs a titre personnel :

Hydrologie et climatologie	Giberton (A.)
Maladies infectieuses . ..	Bastin (R.)
Oto-Rhino-Laryngologie .	Maduro (R.)
Pneumo-Phtisiologie . ..	Kreis (B.)

Médecine : Azerad (E.) ; Bour (H.) ; Lambling (A.) ; Lhermitte (F.) ; Pequignot (H.) ; Perrault (M.) ; Siguier (F.) ; Worms (R.).
Rhumatologie .. .. .. Delbarre (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES ET MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES

Anatomie : MM. Cabrol (C.) ; Couinaud (C.) ; Gillot (C.) ; Hureau (J.).

Anatomie pathologique : Mlle Gauthier-Villars (P.) *pr. s. ch.* MM. Abelanet (R.) ; Chomette (G.) ; Gouygou (Ch.), *pr. s. ch.* ; Nezeloff (Ch.) ; Orcel (L.) ; Paillas (J.).

Anesthésiologie : Mme du Bouchet ; MM. Kern (E.) ; Vourc'h (G.).

Bactériologie : MM. Barbier (P.) ; *pr. s. ch.* ; Christol (D.) ; Daguet (G.) ; Le Minor (L.) ; Tournier (P.).

Biochimie médicale : MM. Baulieu (Et.), *m. conf.* ; Bourillon (R.) ; Cartier (P.), *pr. s. ch.* ; Cornillot (P.) ; Dreyfus (J.-Cl.) ; Gonnard (P.) ; Jérome (H.) ; Kruh (J.) ; Legrand (J.-Cl.) ; Nordmann (J.).

Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports : M. Plas (F.).

Biologie médicale : MM. Benhamou (J.-P.) ; Boivin (P.) ; Hartmann (L.), *pr. s. ch.*

Carcinologie : MM. Boiron (M.) ; Denoix (P.) ; Mathé (G.) ; Seligmann (M.).

Cardiologie : M. Hatt (P.-Y.).

Dermato-Syphiligraphie : MM. Civatte (J.) ; Duperrat (B.) ; Hewitt (J.) ; Touraine (R.).

Electro-Radiologie : MM. Heitz (F.), *m. conf.* ; Ledoux-Lebard (G.).

Embryologie : M. Roux (Ch.).

Hématologie : MM. Bessis (M.) ; Bilski-Pasquier (G.) ; Dausset (J.) ; Duhamel (G.).

Histologie : MM. Coujard (R.), *p. s. ch.* ; Da Lage ; Marois (M.) ; Racadot (J.) ; Schramm (B.).

Hydrologie : MM. Besançon (F.) ; Cornet (A.).

Hygiène : MM. Blancher (G.) ; Corre-Hurst (Mme L.) ; Roussel (A.) ; Sapin-Jaloustre (H.)

Maladies infectieuses : MM. Dupont (V.) ; Lissac (J.) ; Rapin (M.).

Maladies métaboliques : MM. Antoine (B.) ; Crosnier (J.) ; Richet (G.) ; Sebaoun (J.).

Médecine légale : MM. Bourguignon (A.) ; Fournier (E.) ; Gueniot (M.) ; Hadengue (A.)

Médecine du Travail : M. Albahary (C.).

Neuro-chirurgie : M. Pertuiset (B.).

Neuro-Psychiatrie : MM. Cambier (J.) ; Cathala (H.) ; Escourolle (R.) ; Gautier (J.-Cl.) ; Lapresle (J.) ; Lereboullet (J.) ; Pichot (P.) ; Tardieu (G.)

Obstétrique : MM. Granjon (A.) ; Hervet (E.) ; Le Lorier (G.) ; Lévy (J.) ; Lewin (D.) ; Musset (R.) ; Robey (M.) ; Seneze (J.) ; Sureau (C.) ; Tchobroutsky (Mme C.) ; Thoyer-Rozat (J.).

Ophtalmologie : Mmes Auvert (B.) ; Fontaine (M.) ; MM. Brégeat (P.) ; Dubois (A.) ; Saraux (H.).

Orthopédie : MM. Duparc (J.) ; Maurer (P.) ; Meary (R.) ; Postel (M.) ; Ramadier (J.)

Oto-Rhino-Laryngologie : MM. Debain (J.) ; Pialoux (P.) ; Sergent (H.).

Parasitologie : MM. Golvan (Y.); Ho Thi Sang (Mlle); Lapierre (J.)
Pathologie chirurgicale : MM. Barcat (J.); Binet (J.-P.); Blondeau (Ph.); Cerbonnet (G.); Chatelin (C.-L.); Dautry (P.); Demirleau; Dubost (Cl.); Faurel (J.); Flabeau (F.); Galey (J.-J.); Garbay (M.); Garnier (H.); Gaudart-d'Allaines (Cl. de); Germain (A.); Lataste (J.); Loygue (J.); Maillard (J.-N.); Mercadier (M.); Natali (J.); Pellerin (D.); Perrotin (J.); Prémont (M.); Robert (H.); Thomeret (G.); Vaysse (J.).
Pathologie exotique : M. Schneider (J.)
Pathologie expérimentale : MM. Berthaud (P.); Cottenot (Fr.); Lœper (J.), *pr. s. ch.* ; Maurice (J.); Mikol (Cl.); Paupe (J.-R.)
Pathologie médicale : MM. Acar (J.); Auquier (L.); Aussannaire (M.); Beaumont (J.-L.); Bernier (J.-J.); Bouvier (J.); Bouvrain (Y); Brissaud (H.); Brocard (H.); Buge (A.); Canivet (J.); Carlotti (J.); Catinat (J.); Chrétien (J.); Cloarec (M.); Coblentz (B.); Contamin (F.); Coury (C.); Debray (J.); Etienne (J.-P.); Frezal (J.); Fritel (D.); Funck-Brentano (J.-L.); Grivaux (M.); Hazard (J.); Hennequet (A.); Himbert (J.); Housset (E.); Lagrue (G.); Lesobre (R.); Leveque (B.); Macrez (C.); Moreau (L.); Nenna (A.); Nick (J.); Poulet (J.); Royer (P.); Tcherdakoff (Ph.); Thibault (Ph.); Tourneur (R.); Villiaumey (J.); Wolfromm (R.).

Pédiatrie-Puériculture : MM. Alagille (D.); Alson (J.); Canlorbe (P.); Gorin (R.); Lafourcade (J.); Lepercq (G.); Lestradet (H.); Mallet (R.); Mande (R.); Minkowsky (A.); Mozziconacci (P.); Polonovski (C.); Rey (J.); Ribierre (M.); Rossier (A.); Vialatte (J.);
Pharmacologie : MM. Boissier (J.); Lechat (P.)
Physiologie : MM. Barres (G.); Durand (J.); Girard (Fr.), *m. conf.* ; Hugelin (A.); Laurent (D.); Scherrer (J.), *pr. s. ch.* ; Vasseur (B.)
Physique médicale : MM. Chanteur (J.); Coursaget (J.); Gremy (F.), *m. conf.* ; Milhaud (G.); Pagès (J.-Cl.); Pellerin (P.); Roucayrol (J.-C.), *pr. s. ch.* ; Tubiana (M.), *m. conf.*
Pneumo-phtisiologie : MM. Decroix (G.); Israel (L.); Meyer (A.); Renault (P.); Sors (Ch.)
Psychiatrie infantile : MM. Deniker (P.); Duché (D.); Flavigny (H.).
Radiologie médicale : MM. Dubost (J.); Lefebvre (J.); Michel (J.-R.).
Rhumatologie : M. Massias (P.).
Stomatologie : MM. Cauhepe (J.); Cernea (P.); Chaput (Mme A.), *m. c. agr.* ; Crepy (Cl.); Fleury (R.); Grellet (M.).
Thérapeutique : MM. Chassagne (P.); Fouet (P.); Labet (R.); Marche (J.).
Urologie : MM. Auvert (J.); Moulonguet (A.); Quenu (L.).

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

Anatomie : M. Debeyre (J.).
Clinique chirurgicale : M. Verne (J.-M.).
Clin. médic. : MM. Rambert (P.); Thieffry (S.).
Clinique obstétricale : MM. Grasset (J.); Mayer (M.); Morin (P.).
Clinique ophtalmologique : M. Desvignes (P.).
Clinique pédiatrique et puéri. : M. Laplane (R.)
Clinique psychiatrique : M. Baruk (H.).
Clinique urologique : M. Kuss (R.).

IV. — PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie : M. Haudurov (P.), *pr. s. ch.*
Pathologie chirurgicale : M. Rudler (J.), *pr. s. ch*

V. — CHARGES DE COURS D'HYGIENE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

M. BOLTANSKI (E.) — M. LAUNAY (C.)

Secrétaire général de la Faculté : M. Lena (J.)
Conseiller administratif : Mlle Chaintreuil (G.).
Conservateur en Chef de la Bibliothèque, Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine : M. le Docteur Hahn (A.)

Conservateurs : Mlles Dumaitre (P.), Le No (G.), Quiévreux (E.).
Bibliothécaires : Mmes Contet (J.), Forget (F. Mlle Laurent (H.); Docteur Schiller (J.).

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

Avant-Propos de

Hugues GOUNELLE

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Membre de l'Académie nationale de Médecine

Préface de

Georges LE MOAN

Professeur Agrégé à la Faculté de Pharmacie de Paris
Pharmacien des Hôpitaux

A MA MÈRE

A MON PÈRE

A MES FRÈRES

En témoignage de ma profonde reconnaissance et de toute mon affection.

A MA FILLE

A MA FEMME

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR BOYER

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris

Officier de la Légion d'Honneur

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

A Monsieur le Professeur H. GOUNELLE

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Membre de l'Académie Nationale de Médecine
Officier de la Légion d'Honneur

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse et en a suivi le déroulement.

En témoignage de notre respect et de notre profonde gratitude pour l'enseignement qu'il nous a prodigué avec bienveillance.

A Monsieur le Professeur LE MOAN

Professeur Agrégé de Toxicologie
à la Faculté de Pharmacie de Paris

En hommage de gratitude pour les conseils précieux qu'il nous a donnés.

A Messieurs M.-R. SOUVERAIN et L. KERN

Inspecteurs Divisionnaires du Service de la Répression des Fraudes
et du Contrôle de la Qualité

Que nous remercions particulièrement pour les informations précises qu'ils ont bien voulu nous fournir.

A TOUS CEUX QUI M'ONT AIDÉ
A RÉALISER CETTE ÉTUDE

Mes remerciements.

A MES AMIS

AVANT-PROPOS

L'opinion publique s'émeut de l'emploi de pesticides en agriculture. L'hygiéniste doit s'en préoccuper afin de bien préciser ce qu'il est possible d'accepter et ce que l'on doit craindre et en conséquence rejeter. Trop souvent, les réglementations ont eu comme objectif majeur l'intérêt du producteur sans se préoccuper suffisamment des retentissements possibles sur la santé des consommateurs.

Il nous est apparu nécessaire de demander à notre assistant Szakvary *de consacrer un travail inaugural dans une optique médicale à l'étude des résidus de pesticides dans les aliments. Il a concentré son effort sur les aliments d'origine végétale. Il a eu aussi l'initiative de procéder à une enquête auprès des utilisateurs en agriculture. Cette enquête a démontré que maints agriculteurs n'avaient pas d'idées suffisamment précises ni sur la rigueur nécessaire qui doit présider à l'emploi de ces substances chimiques, ni sur certaines précautions dans leur manipulation. Des mesures sont à prendre pour pallier ces insuffisances.*

Il ne s'agit certes pas pour l'hygiéniste et le nutritionniste d'être systématiquement hostiles à l'usage de substances qui ont rendu et rendement d'incommensurables services, mais il s'agit d'être vigilants. Le premier précepte de toute thérapeutique « primum non nocere » *doit demeurer en technologie alimentaire notre règle d'or.*

Hugues GOUNELLE
de l'Académie Nationale de Médecine

PREFACE

L'utilisation en quantités de plus en plus grandes des produits chimiques destinés à la lutte contre les ennemis des cultures et des récoltes, produits connus sous le nom de « pesticides », provoque dans le « grand public » une inquiétude latente, qui n'est malheureusement pas toujours injustifiée.

Le législateur, en particulier dans notre pays, s'est efforcé de réduire au minimum les risques encourus en prescrivant des règlements sévères concernant leur emploi en agriculture. Il est certain que, si ces règlements étaient bien suivis, les risques seraient pratiquement nuls. Mais sont-ils bien suivis ? A vrai dire, aucune enquête sérieuse n'avait été faite, à ce jour, permettant d'étayer les critiques formulées.

Le grand mérite du livre de Monsieur SZAKVARY, *réalisé sous les auspices du Professeur* GOUNELLE, *est d'apporter, enfin, des éléments de réponse à cette question. Monsieur* SZAKVARY *a, en effet, effectué une enquête auprès de 211 producteurs de fruits et légumes répartis dans différentes régions de France. Il leur a adressé 35 questionnaires concernant aussi bien les traitements eux-mêmes que les connaissances par les utilisateurs des risques encourus, la manière dont les prescriptions légales sont suivies, les incidents constatés au cours des traitements...*

Monsieur SZAKVARY *a fait précéder l'exposé de son enquête de renseignements fort importants concernant la législation des produits phytosanitaires, les risques encourus par les utilisateurs, la persistance de résidus des différents groupes de pesticides dans les fruits et légumes et les effets qu'ils peuvent exercer.*

Le livre de Monsieur SZAKVARY *sera donc d'une très grande utilité, aussi bien pour les fabricants et les utilisateurs de pesticides, que pour les hygiénistes et les toxicologues. Je me permets de le féliciter pour le travail considérable qu'il a accompli.*

GEORGES LE MOAN
Professeur Agrégé
à la Faculté de Pharmacie de Paris
Pharmacien des Hôpitaux

... Un jour que le vieillard dormait d'un profond somme,
Sur le bout de son nez une allant se placer
Mit l'ours au désespoir; il eut beau la chasser
« Je l'attraperai bien, dit-il, et voici comme. »
Aussitôt fait que dit : le fidèle émoucheur
Nous empoigne un pavé, le lance avec raideur,
Casse la tête à l'homme en écrasant la mouche;
Et, non moins bon archer que mauvais raisonneur,
Raide mort étendu sur la glace il le couche
Rien n'est si dangereux qu'un ignorant ami;
Mieux vaudrait un sage ennemi.

LA FONTAINE
(Liv. VIII, 10)

INTRODUCTION

« Une des connaissances qui doit nous toucher le plus vivement est celle de la qualité des aliments. »

LOUIS LEMERY (1775)

Notre intention n'est pas d'ouvrir une polémique journalistique en nous consacrant à ce travail. Tout au plus notre souhait se limite, à la lumière des travaux faits à ce jour, à donner une image synthétique des problèmes soulevés par les résidus de produits phytosanitaires dans quelques aliments et d'en analyser les répercussions possibles sur la santé publique.

Leur toxicité est évidente, et, « ce qui tue le parasite est plus ou moins toxique pour l'homme » (J. CÉLICE). Cependant leur emploi n'est guère discutable.

Les pesticides ont une importance capitale dans la lutte pour la nourriture entre les insectes et les hommes. D'ailleurs, dès le XVII[e] siècle, un agronome français, Jean DE LA QUINTINIE, se servait de *nicotine* comme insecticide, sous forme de jus de tabac, dont il arrosait les poiriers attaqués par le Tigre (*Stephanitis pyri*). Et c'est vers 1865 que les agriculteurs de l'Ouest des Etats-Unis commencèrent à utiliser l'*acéto-arsénite de cuivre* contre le Doryphore.

Il est bien évident que l'évaluation faite dans différents pays quant aux dégâts causés par les parasites de tous genres, face au problème de la sous-alimentation des trois quarts de la population du globe, fait apparaître la prépondérante nécessité de sauvegarder au maximum notre potentiel alimentaire.

Aux Etats-Unis, les dégâts dus aux parasites se chiffrent par billions de dollars. Selon un rapport de l'O.M.S. [114], sans les pesticides, la production actuelle y serait diminuée de 50 % en ce qui concerne les pommes de terre, les agrumes et le coton, et d'au moins 25 % en ce qui concerne la viande, le lait et la laine. En Alle-

magne, les dégâts en céréales dus seulement à la calandre sont évalués à 300.000 tonnes [36]. Dans les pays méditerranéens, les dommages causés par la mouche de l'olive (*Dacus oleæ*) se montent à 20 % de la production annuelle.

D'un autre côté, nous sommes bien obligés d'admettre que la quantité énorme de produits phytosanitaires déversés sur le marché ces vingt dernières années, n'a marqué que peu de progrès quant à leur toxicité vis-à-vis de l'homme, celle-ci étant assez élevée pour un bon nombre d'entre eux. Il importe donc, pour garantir la santé de tous ceux qui entrent en contact avec ces produits, que leur degré de toxicité, leur mode d'emploi soient codifiés avec beaucoup d'exactitude et que les personnes qui les utilisent en soient informées avec précision. Il semble en effet, qu'à l'heure actuelle, ce soit la seule façon efficace d'éviter tout abus, et par là-même tout danger de toxicité à l'échelle du consommateur.

Il va de soi que les problèmes posés en ce domaine sont extrêmement vastes et complexes ; chacun de nos chapitres mériterait un livre. Nous nous sommes donc efforcés à ne traiter que les questions essentielles et d'une façon synthétique ; il sera loisible au lecteur de trouver dans notre bibliographie des articles ou livres où ces mêmes questions sont traitées plus en détail. D'autre part, nous avons limité notre étude aux fruits et légumes et aux risques encourus par le consommateur.

Néanmoins, il nous a paru utile de préciser, au cours de notre exposé, certains aspects des problèmes posés au niveau du producteur, car ils nous ont semblé intervenir dans ce qui nous concerne. C'est dans ce même ordre d'idées que nous avons procédé à une enquête auprès d'eux : nous en rapportons les résultats dans un chapitre particulier.

Nous n'avons pas voulu ignorer quelques risques accidentels qui, du fait qu'ils sont accidentels, pourraient parfois être évités.

Enfin, pour permettre une juste vue de tous ces problèmes, il a paru indispensable d'en donner le cadre juridique.

En adoptant cette manière d'analyse, nous espérons aller du simple au complexe et rendre ainsi la lecture de cette étude moins fastidieuse.

Nous donnons ci-après quelques définitions de mots ou expressions utilisées au cours de notre exposé. A cet égard, nous nous sommes inspirés du livre de Fabre et Truhaut [142].

— Un *produit pesticide, phytosanitaire,* est une substance destinée à la protection ou à l'amélioration de la production végétale, à l'exclusion des engrais et des amendements.

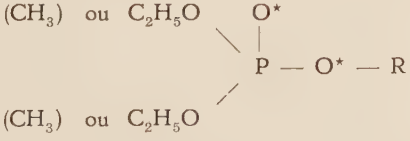
— Un produit est dit *endothérapique* ou *systémique* s'il est susceptible d'agir après pénétration et diffusion à l'intérieur du végétal : ceci par opposition aux produits exerçant une action uniquement par leur dépôt de surface.

— On dit qu'un produit est *phytotoxique* lorsqu'il est susceptible d'occasionner aux végétaux des altérations passagères ou durables.

— La *DL 50* est la quantité de produit nécessaire pour tuer 50 % des animaux d'expérience. Elle dépend de nombreux facteurs, notamment de l'espèce, du poids des animaux et de la voie d'administration. Nous regrettons de ne pouvoir donner l'intégration de cette valeur dans le temps comme le souhaitent un certain nombre de toxicologues.

— *p.p.m.* est l'abréviation de « partie pour 1 million » ; elle est définie comme la quantité d'un produit contenu dans l'unité de mesure du substrat ; cette quantité étant évaluée dans une unité un million de fois plus petite que celle de l'unité du substrat. Ex. : 1 milligramme par kilogramme s'exprime par 1 p.p.m.

— *Action anticholinestérasique :* on sait que l'acétylcholine est libérée au niveau de la grande majorité des synapses nerveuses permettant aux flux nerveux de passer d'un filet nerveux à un autre, provoquant ainsi une contraction musculaire ou la sécrétion d'une glande par exemple. L'acétylcholinestérase est un enzyme qui scinde l'acétylcholine en acide acétique et choline, permettant ainsi l'interruption du flux nerveux dès que la commande en a cessé. Certains produits pesticides sont pourvus d'actions anticholinestérasiques, notamment les organo-phosphorés. Ces produits, par leur fonction dialkylphosphate, réagissent



* L'atome d'oxygène peut être remplacé par un atome de soufre

avec l'enzyme pour former un corps inactif, la dialkylphosphorylestérase. L'acétylcholinestérase se trouve ainsi inactivée et ne peut plus intervenir dans la destruction de l'acétylcholine. Il se forme donc une accumulation de l'acétylcholine au niveau des synapses nerveuses. De ce fait, les fibres en aval reçoivent des incitations sans interruption et, par voie de conséquence, les

récepteurs ou organes innervés par ces fibres sont excités d'une façon continue. Le tableau d'intoxication chez l'homme se manifeste « grosso modo » par le syndrome suivant : hypersécrétion sudorale, intestinale, salivaire et bronchique ; tressaillements musculaires, myosis, céphalée, nausée, vomissements, diarrhée.

— *Les résidus.* Il convient de considérer comme « *résidu* » non seulement la quantité de produit qui reste dans ou sur un végétal, mais la somme de ces quantités additionnée de tous les métabolites qui dérivent du produit de quelque manière que ce soit. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir sur cette définition au cours de notre étude.

GENERALITES

CHAPITRE I

LEGISLATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Le souci de la pureté des aliments a très tôt attiré l'attention des pouvoirs publics. En effet, dès 1268, le « Livre des Métiers » du Prévôt Etienne Boileau (150) dénonce et interdit les adjonctions frauduleuses de substances étrangères aux aliments. Par la suite, et d'une façon générale, les toxiques devaient être le sujet d'un certain nombre de mesures et de lois. Pour passer rapidement sur cet historique, nous ne ferons que citer :

— l'édit de juillet 1682 ;
— la déclaration du 27 avril 1777 ;
— la loi du 21 Germinal, An XI ;
— la loi du 19 juillet 1845 ;
— la loi du 14 septembre 1916 ;

qui, en reprenant les législations précédentes, les complètent chaque fois. De cette succession de lois découle notre réglementation actuelle.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'usage de produits divers pour la protection des végétaux n'est pas un fait nouveau. Cependant, ces vingt dernières années, le grand essor connu par l'industrie chimique a mis sur le marché une quantité considérable de produits nouveaux et, tous les ans, d'autres font leur apparition. L'attention des toxicologues et des hygiénistes fut rapidement attirée par cette quantité de produits déversés sur les cultures alimentaires. Ils se penchèrent sur l'étude de leur toxicité et sur la question de savoir si les traces que l'on retrouve sur les denrées alimentaires ne présenteraient pas à la longue des effets toxiques pour le consommateur. Les résultats furent tels qu'il fallut se rendre à l'évidence que ces produits, s'ils représentaient un progrès sûr pour combattre les parasites de nos cultures, se montraient cependant aussi toxiques et même parfois davantage vis-à-vis de l'homme. Il a donc été néces-

saire de recourir à la législation pour limiter autant que possible l'usage de ces produits et établir des normes destinées à garantir le consommateur contre des quantités nocives de produits toxiques. Il s'agissait bien là d'un problème de santé publique.

Plusieurs méthodes étaient à la disposition du législateur pour éviter que les denrées alimentaires ne fussent souillées par des produits toxiques.

I. — METHODE DE PREVENTION FONDEE SUR L'EVALUATION DES RESIDUS ET L'EXPERIMENTATION ANIMALE

1) Les taux de résidus admissibles

La première est celle qui s'appuie sur la loi du 1er août 1905 qui a trait à la répression des falsifications et des fraudes, et qui interdit et réprime la vente d'aliments nuisibles à la santé. Il est évident que, dans ce cas, il faut définir, par des critères toxicologiques, à partir de quel moment un aliment devient nuisible pour la santé et, d'autre part, être en mesure de contrôler les denrées alimentaires mises en vente. En ce qui nous concerne, cela revient à déterminer les taux de résidus admissibles dans les aliments et de vérifier par analyse que ces données sont respectées. Or, si la centralisation des produits alimentaires d'origine végétale est une chose relativement possible dans les grands centres urbains, c'est une perspective peu réalisable dans les petites villes, bourgades et villages où le commerce se fait directement du producteur au consommateur. Un autre problème est l'analyse des aliments avant leur vente. Il faudrait pour cela pouvoir disposer de laboratoires spécialisés répartis sur toute la France, pourvus d'un matériel moderne et d'un personnel compétent pouvant effectuer les analyses dans des délais relativement brefs.

Quelques pays ont déjà adopté cette manière de faire. En France, ce système est à l'étude.

Il faut noter que l'arrêté du 9 mars 1953 fixe à 1 mg par kg les résidus admissibles de *lindane* dans la farine. La circulaire du 8 juillet 1964 fixe les résidus admissibles de *malathion* à 8 p.p.m. dans les grains de céréales et le pain, et à 2 p.p.m. dans la farine. Ceci ne constitue évidemment qu'un premier pas et nous sert d'exem-

ple. En effet, dans cette méthode, il s'agit de déterminer quels sont les taux maximum de résidus qu'un individu peut absorber, quotidiennement et toute sa vie durant, sans en ressentir de dommage.

2) Importance de l'expérimentation animale

Les taux maximum admissibles sont fixés à la suite d'études longues et minutieuses sur des animaux de laboratoire dont la physiologie se rapproche le plus possible de celle de l'homme. Quelques expérimentations ont même pu être faites sur des volontaires humains.

Ces études permettent de fixer un certain nombre de données toxicologiques :

1° La toxicité aiguë : les animaux sont soumis à l'ingestion de fortes doses de produit.

2° La toxicité semi-chronique : les animaux sont soumis à l'absorption pendant un certain temps de doses de produit insuffisantes pour provoquer un effet toxique dans l'immédiat.

3° La toxicité chronique ou à long terme : les animaux reçoivent dans leur nourriture de très petites quantités de produit pendant une période très longue, voire toute leur vie.

Dans tous les cas, on pratique ces expérimentation avec le produit pur et aussi, si cela est possible, avec les métabolites auxquels il est susceptible de donner naissance. On analyse le comportement des animaux, on recherche dans leurs organes les différents produits et leurs métabolites, enfin on procède à une étude histologique pour déceler l'éventuelle apparition de tumeurs et cela pendant plusieurs générations. On évalue ainsi la quantité maximale pouvant être administrée par jour sans provoquer d'effets nuisibles.

Quant aux aliments, on les classe selon leur importance dans une ration alimentaire quotidienne standard du pays par individu. Selon leur importance dans l'alimentation, ils pourront apporter un taux plus ou moins grand de résidus.

Ces données et les extrapolations des expérimentations animales quant à l'homme, additionnées d'une marge de sécurité, déterminent le taux de tolérance maxima d'un produit dans un aliment. Ce taux est en principe suffisamment bas pour garantir l'absence d'effet nocif chez le consommateur, même à long terme.

Néanmoins, on se heurte à un certain nombre de difficultés techniques, ce qui a poussé les législateurs français à adopter une méthode de contrôle différente.

II. — LEGISLATION ACTUELLEMENT EN VIGUEUR METHODE DE PREVENTION PAR LE CONTROLE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET LA REALISATION DE BONNES PRATIQUES AGRICOLES

En se fondant sur le fait que d'une manière très générale la quantité de résidu retrouvée à la récolte dépend des quantités de produit appliquées et du laps de temps écoulé entre le dernier traitement et la récolte, on a choisi de garantir la santé du consommateur par une réglementation du commerce des produits phytosanitaires et, d'autre part, par une codification technologique de leur emploi par l'agriculteur.

1) Contrôle des produits

Trois grands impératifs se présentaient au législateur :

1° Assurer la loyauté des transactions. Le décret du 11 mai 1937 précise que toute spécialité doit porter sur son étiquette, ainsi que sur les prospectus publicitaires ou explicatifs, le nom de la matière active et la concentration en matière active de cette spécialité.

2° Mettre à la disposition des utilisateurs des substances efficaces. La loi du 2 novembre 1943 stipule qu'aucune spécialité ne peut être mise en vente si elle n'est au préalable agréée par le Ministère de l'Agriculture. Le protocole de demande d'admission qui doit être présenté en vue de l'homologation d'un produit, est édicté par l'arrêté du 6 septembre 1954. Ce protocole doit être prochainement modifié et comporter les articles suivants (texte non encore publié) [150] :

« *Tout produit doit être présenté avec les caractéristiques suivantes :*

1) *L'identité* (*nom chimique, noms usuels, formule, isomères*).

2) *Les propriétés physiques* (*constantes diverses*).

Les propriétés chimiques (*stabilité, compatibilités avec d'autres corps*), *les propriétés biologiques, la phytotoxicité.*

3) *L'efficacité antiparasitaire* (*nature des parasites sensibles à l'action de la substance, nature des cultures protégées, formulations recommandées : poudres, bouillies, solutions, doses et mode d'emploi, quantités recommandées par hectare, périodes d'application*).

4) *La toxicité (toxicité aiguë, à long terme, et toutes données utiles à cet égard, action cancérigène, précautions spéciales à prendre, symptômes et antidotes).*

5) *Les risques de contamination par des traces résiduelles (rémanence de la substance suivant les végétaux, nature des produits de dégradation et toxicité de ceux-ci, limites de sécurité, proposées ou déjà adoptées).*

6) *Les méthodes d'analyses, recherches et dosages dans les spécialités antiparasitaires commerciales et dans les denrées alimentaires.* »

Le Service de la Protection des Végétaux est pour sa part chargé de l'expérimentation physique, chimique et biologique. La comparaison est faite, tant du point de vue de la toxicité que du point de vue de l'efficacité, avec des produits déjà existants.

La Commission d'Etude de l'Emploi des Toxiques en Agriculture, instituée par la loi du 30 octobre 1934, est chargée de formuler toutes les recommandations de prudence en ce qui concerne l'emploi, de préconiser les doses maximales d'utilisation, de fixer les dates d'application, de manière à éviter tous risques tant au stade de l'utilisation qu'au niveau du consommateur. Enfin, selon leur degré de toxicité, les produits sont classés dans l'un des tableaux A (poisons) ou C (dangereux), ou laissés en vente libre en cas d'innocuité absolue.

3° Garantir la sécurité du public. Les dispositions relatives à des substances du tableau A et C, section I, sont prises en commun par le Ministère de la Santé Publique et de la Population, le Ministère de l'Industrie et le Ministère de l'Agriculture. Les règles concernant le commerce et l'usage de ces produits toxiques sont édictées dans le Code de la Santé Publique (art. R 5150 à R 5168).

Les substances du tableau A sont d'emploi interdit en agriculture, à moins qu'un arrêté du Ministère de l'Agriculture n'autorise leur utilisation en fixant toutes les conditions requises pour éviter tout danger.

Un tel arrêté n'est pas obligatoire pour les substances du tableau C. Néanmoins, pour certains produits, un tel arrêté peut être pris si la substance nécessite des précautions spéciales.

Après l'étude de tout ce dossier et dans le cas où la nouvelle substance présente de nets avantages sur les produits déjà existant, une autorisation provisoire de vente est délivrée. Celle-ci peut, par la suite, soit être transformée en homologation définitive, soit être retirée.

Les produits minéraux simples échappent à cette homologation. Ils doivent cependant répondre à des normes édictées par l'Association Française de Normalisation, ainsi qu'à des dispositions prises par arrêté ministériel sur avis de la Commission des Toxiques.

2) Dispositions diverses réglementant le commerce et la présentation des produits phytosanitaires

Différentes dispositions concernent les produits des tableaux A et C.

- PRÉSENTATION :

« Il est interdit de détenir en vue de la vente, de vendre, de livrer, d'expédier ou de faire circuler ces substances autrement que renfermées dans des enveloppes ou récipients portant le nom desdites substances tel qu'il figure dans le tableau... » Pour le tableau A, ce nom doit être inscrit en caractères noirs très apparents sur une étiquette rouge orangé et accompagné d'une bande de même couleur faisant le tour de l'enveloppe ou récipient et portant la mention « Poison ». Pour le tableau C, le nom doit être inscrit sur une étiquette, de couleur verte, et accompagnée d'une bande faisant le tour du récipient ou de l'enveloppe et portant la mention « Dangereux ».

En ce qui concerne l'emballage, il doit être solide, étanche et fermant hermétiquement, de façon à résister aux chocs et trépidations de transports.

En aucun cas, ces produits ne doivent être introduits dans des récipients ayant servi à une denrée alimentaire, canette de bière, flacon portant inscrit dans la pâte le nom d'un liquide alimentaire, fûts, vases et autres récipients portant encore des étiquettes de produits alimentaires ou boissons quelconques. De même, il est interdit de mettre tout produit alimentaire destiné à l'homme ou aux animaux dans des emballages ayant contenu des produits phytosanitaires.

Il est expressément précisé que ces produits ne doivent jamais être présentés sous forme de tablettes, pilules, en forme de pain ou autres formes pouvant les faire confondre avec des produits alimentaires ou médicamenteux. A cet effet d'ailleurs, la loi stipule l'obligation de dénaturer par des produits colorants et odorants les substances qui ont une couleur et une odeur neutre.

Pour limiter les accidents possibles avec certains produits particulièrement toxiques, la législation a imposé des concentrations maximales en matière active à ne pas dépasser dans les spécialités mises en vente.

• Vente et détention :

Pour assurer le commerce de ces produits, il importe de faire au préalable une déclaration devant le maire de la commune dans laquelle est situé l'établissement, à Paris à la Préfecture de Police.

Pour acquérir ces substances, il faut :

— Etre âgé de plus de dix-huit ans.

— Justifier de son identité ou être connu du vendeur.

— Décliner sa profession et, si celle-ci n'implique pas l'emploi de ces substances, mentionner l'usage que l'on veut en faire.

Toutes ces données doivent être consignées sur un registre de vente.

Dans certains cas, la réglementation rend obligatoire la remise à l'acheteur d'une notice explicative donnant tous renseignements utiles : époque de traitement, efficacité, conditions d'emploi, mesures de sécurité à prendre, etc.

Certains produits particulièrement toxiques ne peuvent être vendus qu'en pharmacie : strychnine, arsenicaux solubles, etc.

En ce qui concerne la détention, la législation stipule que ces produits doivent être placés dans « des armoires fermées à clef ou dans des locaux où n'ont pas librement accès les personnes étrangères à l'établissement ». En aucun cas, ce lieu ne doit contenir des denrées alimentaires destinées à l'homme ou aux animaux.

3) Dispositions réglementant l'utilisation des produits phytosanitaires par l'agriculture, pour la réalisation de bonnes pratiques agricoles

L'agriculteur doit se soumettre à une réglementation assez stricte :

1° Il ne doit utiliser que des produits homologués par le Ministère de l'Agriculture.

2° Il ne doit pas dépasser les doses par surface ni les concentrations de produits actifs qui sont indiquées pour les traitements.

3° Il doit respecter un délai, variable selon les produits, entre le dernier traitement et la récolte.

4° Il ne doit pas pratiquer de traitements pesticides sur les fruits et légumes après la récolte, à moins d'autorisation spéciale par arrêté du Secrétaire d'Etat à l'Agriculture pris sur avis conforme du Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique.

5° Les pulvérisations doivent être faites à plus de 50 m lorsqu'elles sont exécutées par pulvérisateurs à moteur de plus de 20 CV, ou par poudreuse à moteur, et à plus de 100 m lorsqu'elles sont effectuées par des appareils aériens, des points suivants :

a) Habitations.

b) Point d'eau consommable par l'homme ou les animaux domestiques.

c) Cultures qui, d'après la réglementation en vigueur, ne doivent pas au même moment être traitées avec le produit utilisé.

d) Rivières et étangs poissonneux.

e) Ruches et ruchers déclarés.

f) Parcs d'élevage de gibier et réserves de chasse agréées par le Ministère de l'Agriculture.

6° Les personnes qui pratiquent les traitements doivent être dotées de vêtements spéciaux de protection et de masque en cas de nécessité.

7° On doit détruire les emballages vides soit en les brûlant, soit en les enfouissant dans le sol, loin des habitations, puits, ruisseaux et autres points d'eau. En aucun cas, ils ne devront être rejetés sur les bas-côtés de la route, fossés, mares, ruisseaux. Ceci concerne aussi les produits résiduels et les liquides ayant servi au nettoyage des appareils de traitement.

Il faut noter cependant que l'utilisation de certains produits dans des conditions particulièrement délicates, a été réservée à des entreprises spécialisées ou à des groupements de défense contre les ennemis des cultures, spécialement autorisés. Il en est ainsi par exemple pour les poudrages arsenicaux, les fumigations nicotiniques, etc.

Conclusion

Telle est, dans ses grandes lignes, la législation des produits phytosanitaires en France. Un certain nombre d'études sont actuellement en cours : d'une part, pour introduire la notion de taux admissible de résidu, ce qui permettra au législateur de se référer à des données précises ; d'autre part, tant dans le cadre mondial de l'O.M.S. que dans le domaine de la C.E.E. pour l'Europe, afin de mettre au point dans les différents pays une législation identique.

CHAPITRE II

GENERALITES
APERÇU DES RISQUES AU NIVEAU DE L'UTILISATEUR

Nous allons envisager dans ce bref chapitre quelques généralités. L'aspect toxicologique concernant les utilisateurs des produits phytosanitaires dépasse le cadre de notre étude présente. Nous avons voulu cependant en révéler quelques aspects généraux pour mener notre étude du simple au complexe et rendre ainsi l'analyse de notre problème plus claire.

Il est évident que le risque au niveau des laboratoires de recherche qui sont à l'origine de tous les produits phytosanitaires est minime. En effet, les équipes qui y travaillent sont composées de gens compétents et habitués à manipuler des produits toxiques, le facteur de sécurité y est donc très grand.

Il en va déjà tout autrement lorsque le produit vient au stade de la fabrication à grande échelle. Il y a là une question de médecine du travail, de technique, de préparation et d'installation industrielle dont la responsabilité incombe au personnel compétent de chaque usine.

Le transport et le stockage des produits avant la vente sont réglementés par la législation. Encore peut-on regretter que les emballages ne présentent pas toujours la solidité à toute épreuve qu'on est en droit d'exiger, en raison des nombreux accidents survenus à la suite de fuites, notamment au cours du transport. Le risque à ce niveau est triple : intoxication d'ouvriers des transports entrant en contact fortuit avec les produits, contamination d'aliments destinés à l'homme ou aux animaux et transportés en infraction avec la loi dans le même compartiment que les produits toxiques ; enfin, souillure antérieure par fuites d'un compartiment recevant par la suite des charges de denrées alimentaires. Ces contaminations sont d'au-

tant plus dangereuses qu'il s'agit la plupart du temps de produits à l'état concentré et par là même fortement toxiques.

Arrivés chez l'utilisateur, ces produits sont entreposés dans des lieux plus ou moins adaptés : granges, réduits obscurs et mal ventilés, réserves, trop souvent ouverts à tout venant. De là, les accidents de tout ordre : tel composé ayant l'aspect de la farine, ou du sucre, tel autre de bonbons ou de chocolat, accidents dont la grande presse relate périodiquement les méfaits. « Les bonbons étaient un insecticide : Florence, deux ans, meurt empoisonnée. » ... « Un enfant de six ans meurt empoisonné : le chocolat était de la mort-au-rat. » ... « Vingt morts, cent cinquante intoxiqués : le pain bouilli distribué à l'église avait été saupoudré d'insecticide au lieu de sucre. » Etc.

Quant aux risques nombreux auxquels sont soumis les exploitants et ouvriers agricoles, d'autres que nous ont étudié cette question et élaboré les conditions et techniques qui doivent à ce niveau éviter le danger autant que faire se peut. Nous ne ferons que passer en revue les différentes voies d'expositions.

Dans quelles mesures ces produits sont-ils toxiques ? Fabre et Truhaut indiquent dans leur « Précis de toxicologie » la définition suivante :

« *Une substance est toxique, lorsque après pénétration dans un organisme en une ou plusieurs fois très rapprochées ou par petites doses longtemps répétées, elle provoque, de façon passagère ou durable, des troubles d'une ou plusieurs fonctions, troubles pouvant aller jusqu'à l'annihilation complète et amener la mort.* »

Evidemment, cette toxicité se manifeste à partir d'une certaine dose qui varie selon la voie de pénétration.

I. — VOIE DIGESTIVE

La pénétration par voie digestive peut être plus ou moins rapide selon les propriétés physico-chimiques de la substance envisagée, la toxicité par cette voie varie donc selon les produits dans une très large mesure. Deux facteurs ont une importance capitale dans la pénétration. D'abord, les phénomènes de digestion, les substances qui sont sécrétées par le tube digestif et qui peuvent attaquer ces produits, les décomposer partiellement, les rendre solubles et faciliter ainsi leur absorption. D'autre part, interviennent les substances absorbées en même temps que le produit toxique, et qui peuvent le

solubiliser et faciliter son absorption : solvants organiques utilisés en agriculture, alcool même sous forme de vin, beurre ou aliments gras pour les produits liposolubles, etc.

Par contre, l'adsorption des produits sur les substances inertes, charbon, argiles, ou la formation par combinaison avec d'autres corps de composés insolubles, freinent la pénétration. Il en est de même pour les vomissements.

Enfin, il faut tenir compte qu'une fois absorbés par le tube digestif, tous ces produits sont soumis aux actions métaboliques, particulièrement hépatiques et rénaux. Ceci explique que ces deux organes sont le plus souvent lésés dans les intoxications et que les lésions préexistantes de ces organes rendent certaines intoxications plus graves. Tels sont les cas du pentachlorophénol, bien plus toxique chez des sujets présentant une lésion rénale, comme le signalent Truhaut et coll., et celui de la résistance nettement moindre au thiurame des individus alcooliques.

Nous mentionnerons des doses de toxicité par la voie digestive dans l'étude des résidus.

II. — VOIE PULMONAIRE

La pénétration par les voies aériennes est l'une des plus dangereuses. Au niveau des alvéoles pulmonaires, les échanges entre l'air respiré et le sang se font très rapidement. Si l'air respiré est mélangé à des vapeurs toxiques, ou si les particules pulvérisées sont suffisamment petites pour être transportées par l'air inspiré jusqu'aux alvéoles pulmonaires, l'intoxication sera relativement rapide et pour des doses plus faibles que par les autres voies de pénétration. Ainsi, plus un produit est volatil, plus il sera dangereux par cette voie.

III. — VOIE CUTANEE

La pénétration par cette voie est facilitée par la liposolubilité d'un grand nombre de produits phytosanitaires. Cependant, de nombreux facteurs interviennent à ce niveau : présentation et formulation du produit, pH de la peau, transpiration... Le contact avec les muqueuses est plus dangereux du fait de leur grand pouvoir d'absorption. On a observé des contaminations cutanées et des intoxi-

cations chez les ouvriers agricoles occupés à la récolte des fruits. Ceci est dû au fait que les feuilles des arbres et vignes sont recouvertes de résidus nettement plus importants (6,5 à 8 p.p.m.) que les fruits cueillis. Et les frottements des bras nus contre les feuilles, au cours de la cueillette, entraînent une souillure et une pénétration cutanée suffisante pour provoquer des signes cliniques d'intoxication.

D'une façon générale, il n'est pas possible de fixer des doses immuables de toxicité, quelle que soit la voie de pénétration. Seules des valeurs moyennes peuvent être calculées. En effet, la population qui entre en contact d'une façon ou d'une autre avec ces produits, est extrêmement hétérogène, et vieillards, enfants, sujets tarés et même adultes normaux peuvent présenter des sensibilités exceptionnelles ; c'est un phénomène dont il faut tenir compte dans l'évaluation des risques de nocivité, quand il s'agit de l'homme.

Evidemment, seuls les ouvriers et exploitants agricoles sont exposés à ces trois voies de pénétration.

Tout d'abord, lors de la préparation des produits, il s'agit de mélanger la pâte, la poudre, le liquide, à l'état concentré, à de l'eau, des produits huileux, des solvants organiques, acétone, benzène, kérosène, etc., de façon à obtenir une concentration et une quantité de produit suffisante pour le traitement envisagé. Ceci requiert déjà un certain nombre de manipulations souvent malaisées et où le contact cutané et respiratoire avec le produit est pour ainsi dire inévitable. Il faut, en effet, mesurer la quantité de produit actif concentré nécessaire, à la balance, à la mesure, à partir des récipients ou emballages d'origine qui les contiennent.

Les poudres provoquent des poussières, les liquides coulent souvent le long de la paroi externe du récipient lorsqu'on les verse. De ce point de vue, il faut reconnaître à certains fabricants le mérite non négligeable de présenter leur produit sous des formes ingénieuses : dose unité pour hectare, sachets-doses, clos hermétiquement et se dissolvant eux-mêmes, autant de solutions évitant des contacts dangereux et qu'on ne peut que fortement encourager.

Le mélange est fait dans des récipients avec des instruments souvent de fortune : morceau de bois, tige de fer, parfois même avec le bras. Dans ces conditions, la souillure des bras, les éclaboussures, quelquefois les mains portées au visage, l'inhalation de vapeur font partie des contaminations courantes.

Au moment de l'application, l'ouvrier chargé de cette tâche risque aussi d'entrer en contact, de diverses façons, avec le produit qu'il utilise. Le degré dépend beaucoup de la technique utilisée et de la formulation. Lors d'applications faites avec un tracteur ou par avion,

l'ouvrier est beaucoup moins exposé à inhaler et à entrer en contact avec le produit. Par contre, dans les applications faites avec un jet porté, l'ouvrier risque des contaminations par des ricochets sur les végétaux, par égouttage, par contact des végétaux traités, par inhalation de particules (d'autant plus dangereuse que les gouttelettes sont plus petites). De même, les applications de poudre sont plus dangereuses du fait des mouvements de l'air qui les entraînent plus facilement que les formulations liquides.

Evidemment, de grandes précautions sont conseillées aux agriculteurs sur les étiquettes et les prospectus : port de gants, de masque, de lunettes, d'habits spéciaux couvrant tout le corps. Ce n'est un secret pour personne que peu de ces recommandations sont suivies, soit par négligence, soit par méconnaissance de la toxicité des produits, mais aussi parce que ces mesures de protection ne sont guère pratiques et que peu d'ouvriers acceptent de s'y plier, surtout par temps chaud.

De très nombreux auteurs se sont intéressés à ces divers problèmes et ont analysé avec minutie les accidents en ce domaine [45, 50, 53, 76, 78, 79, 123, 148, 152, 159, 161]. Tous les résultats concordent pour affirmer que le risque que courent les ouvriers et exploitants agricoles est proportionnel au temps d'exposition et d'autant plus grand que les mesures de protection sont moins respectées.

Enfin, le dernier problème intéressant à envisager au niveau de l'utilisateur est le devenir des récipients et emballages vides.

H.R. Wolfe [160] a analysé ce problème dans une étude très complète. Il a pu retrouver, dans des récipients vides abandonnés aux intempéries pendant plusieurs mois, des quantités de pesticides divers, suffisantes pour provoquer plusieurs intoxications mortelles. Quant au brûlage des emballages en papier, ses études font ressortir que la fumée de ces feux n'est pas dépourvue de danger et que les ouvriers qui les surveillent inhalent, en moyenne, une quantité de pesticides près de 100 fois supérieure à celle qui est respirée par des ouvriers occupés à une pulvérisation. Il ne faut pas oublier non plus qu'un bon nombre de récipients vides sont envoyés à la décharge publique, où évidemment des personnes non averties peuvent entrer en contact avec des restes de produits concentrés.

L'intérêt de ce problème réside dans le fait que cet aspect du risque est trop souvent négligé, et les enfants, au cours de leurs jeux, en ont été quelquefois les victimes.

En ce qui nous concerne, une flagrante opposition nous confronte aux utilisateurs des produits phytosanitaires. Ce qui importe pour l'exploitant, c'est la persistance la plus longue possible de ces pro-

duits sur les végétaux, afin de limiter le nombre des traitements. Pour l'hygiéniste, le problème est de les voir disparaître en grande partie ou totalement et assez rapidement, pour être à l'abri de résidus nocifs. Mais dans un juste milieu, il importe de trouver un *modus vivendi* tel, que d'une part les végétaux à destination alimentaire soient protégés de façon efficace contre les parasites, et que, d'autre part, les consommateurs n'aient pas à souffrir de la toxicité de ces produits.

LES RESIDUS

Nous abordons ici le problème le plus délicat et le plus important. Le plus délicat, parce que dans ce domaine, il faut travailler sur des quantités relativement petites ; par conséquent, les méthodes d'analyse doivent être d'une extrême précision. Le plus important, parce que ce problème touche la plus grande partie de l'humanité qui se nourrit d'aliments végétaux traités.

La quantité de résidus que l'on retrouve sur les fruits et légumes dépend d'un nombre de facteurs assez considérable dont certains sont encore mal élucidés. Toutefois, on pourra diviser les insecticides en deux grandes catégories : les produits exothérapiques qui agissent uniquement par leurs dépôts de surface, et les produits endothérapiques qui sont appelés à pénétrer dans les plantes et à se répandre par la sève dans la majeure partie de la plante, la rendant ainsi toxique aux insectes suceurs, broyeurs, etc.

La législation française impose un laps de temps obligatoire entre les traitements et la récolte, temps en principe suffisant pour éliminer des résidus nocifs. Il y a donc lieu d'analyser ce qui se passe pendant ce laps de temps et les facteurs qui interviennent pour éliminer les dépôts initiaux, d'étudier par conséquent ce point de départ, état du végétal tout de suite après le traitement, et le point d'arrivée, état du végétal tel qu'il est livré à la consommation.

Il n'est évidemment pas question de traiter de tous les produits phytosanitaires existant sur le marché. Nous limitons notre étude à ceux qui sont les plus utilisés.

CHAPITRE I

LE DEPOT INITIAL

On définit le terme de dépôt initial par « la quantité de matière retenue par la surface traitée » [32] tout de suite après le traitement, dès que l'égouttage et la chute du surplus de produit sont terminés. Nous allons examiner les facteurs qui interviennent dans la formation des dépôts initiaux.

I. — NATURE DU PRODUIT ET CARACTERISTIQUE DE LA FORMULATION

Les propriétés physico-chimiques des produits interviennent en grande partie lorsque les matières actives sont appliquées à l'état pur, ce qui est rare, telles qu'elles sont délivrées dans le commerce, ou en dilution dans l'eau. Dans ce dernier cas, leur solubilité, leur pouvoir de former une émulsion stable est d'une grande importance pour disperser le produit de façon homogène, pour ne pas former des grumeaux et éviter qu'en fin d'application la concentration ne soit plus importante.

Il en est de même des matières de charge inerte qui favorisent une dispersion uniforme d'une quantité initiale de produit actif dans l'application par poudrage.

Toutes choses égales par ailleurs, il faut noter que ces deux formulations ont surtout une grande importance en ce qui concerne la dispersion homogène du produit, peu en ce qui concerne leur adhérence sur les végétaux. Il en est tout autrement lorsque les produits actifs sont dilués dans *des solvants organiques, adjuvants, émulsionnants, adhésifs, agents d'étalements tels que les alcools terpéniques, les carbures, le sulfure de carbone, les solvants chlorés organiques, les dérivés benzéniques, l'acétone, les dérivés chlorés de l'éthylène, les huiles de goudron et de pétrole, kérosène,* etc. En effet, ces pro-

duits exercent une action importante sur la rétention des dépôts par modification de la tension superficielle, de l'adhésivité, du pouvoir d'adsorption, du pouvoir couvrant et, même, peuvent favoriser la pénétration de la matière active dans le végétal.

Par ces formulations donc, le dépôt initial sera nettement plus important que par les solutions aqueuses.

II. — CONCENTRATION DU PRODUIT ET VOLUME APPLIQUE

S'il est vrai que le dépôt initial croît avec la concentration de produit appliqué, il a été souvent difficile d'établir une exacte proportionnalité entre ces deux faits. Des travaux qui ont été effectués, on peut conclure que pour les produits qui se comportent comme la *bouillie bordelaise, le sulfate basique de cuivre, différentes compositions arsenicales, etc.*, il y a entre le dépôt initial et la concentration utilisée, une relation logarithmique ; ce fait peut s'expliquer par un phénomène d'adsorption de la surface foliaire [32]; la concentration augmentant, ce phénomène tendrait vers la saturation et les particules non adsorbées seraient éliminées par égouttage. Pour d'autres produits, tel que le *zineb*, ce phénomène n'entre pas en jeu et les dépôts sont directement proportionnels aux concentrations des produits appliqués.

Pour les produits organiques non ioniques, la relation entre le dépôt et la concentration utilisée se complique dans beaucoup de cas par les phénomènes d'absorption cuticulaire tout de suite après le traitement.

On a pu montrer notamment pour le *parathion* que les quantités de dépôt ne varient pas proportionnellement avec les concentrations d'application. Dormal [32] donne les chiffres suivants pour le traitement des oranges :

Tableau I : Variations du dépôt moyen après application à des concentrations diverses de Parathion (Dormal)

Parathion concentration	*Dépôt moyen*
0,3 g/l	3 p.p.m.
0,6 g/l	8 p.p.m.
0,9 g/l	13 p.p.m.

Quant au volume appliqué, il est prouvé par l'expérience que son accroissement entraîne une augmentation de pertes par égouttage.

On a donc tout intérêt, pour ne pas gaspiller le produit actif, à augmenter dans une certaine mesure la concentration et à diminuer le volume.

III. — MODE D'APPLICATION

Ce facteur a une très grande importance sur les dépôts initiaux. JOUIN, HASCOUET et VENTURA, employant de l'*oxychlorure de cuivre* contre le mildiou de la pomme de terre, utilisèrent une concentration de 5 kg de Cu à l'ha. Les résultats des dépôts varient du simple au quintuple selon la méthode employée.

Tableau II : Variations des dépôts selon le mode d'application utilisé avec de l'oxychlorure de cuivre (JOUIN, HASCOUET et VENTURA)

Pulvérisation ordinaire	15 à 18 $\mu g/cm^2$
Pulvérisation à jet porté	9 à 20 $\mu g/cm^2$
Poudrage sec	4 à 8 $\mu g/cm^2$
Poudrage humide	2 à 4 $\mu g/cm^2$

RAUCOURT [144] a montré que les dépôts sur feuilles de pommes de terre après un poudrage dirigé contre le doryphore, sont de l'ordre de 100 à 300 μg par cm^2. Après poudrage de vergers avec une poudre à base de *D.D.T.*, RAUCOURT, VENTURA et VIEL ont trouvé des quantités variant selon les différents points des arbres de quelques μg par cm^2 à plus de 300 μg avec une prédominance des quantités entre 50 et 200 μg.

Les mêmes auteurs trouvaient, pour une pulvérisation à l'*arséniate de plomb* sur de jeunes pommes, des quantités de l'ordre de 7 μg par cm^2.

GUNTHER et BLINN ont appliqué du *D.D.T.* en nébulisation et en pulvérisation à fort volume sur des agrumes. Les dépôts moyens sur les feuillages variaient de 12,3 à 14,2 $\mu g/cm^2$ pour la nébulisation, de 4,4 à 4,7 $\mu g/cm^2$ pour la pulvérisation. Nébulisation et aérosolation avec des doses cinq fois moindres de *D.D.T.* donnent les résultats suivants :

— 3,8 $\mu g/cm^2$ pour la nébulisation ;

— 0,9 $\mu g/cm^2$ pour l'aérosolation.

Pour les pulvérisations, on a pu montrer que la grosseur des gouttes intervenait aussi. Les micro-gouttes se déforment plus ou moins sur les surfaces, se rassemblent pour constituer une couche homogène ; les grosses gouttes, par contre, s'écoulent et laissent sur la surface un dépôt moindre.

En ce qui concerne le poudrage par avion, RAUCOURT, VIEL et CHEVREL ont démontré l'extrême disparité des dépôts. En effet, sur la trajectoire de l'avion, à chaque passage, apparaissent des zones sur lesquelles les dépôts sont nettement supérieurs à celui qui était prévu, séparées par des zones où le dépôt est nettement plus faible. En outre, une grande partie de la poudre est entraînée hors de l'aire de traitement.

IV. — NATURE DU SUBSTRAT

Un grand nombre de facteurs intervient ici dans la variation des dépôts initiaux : famille, espèce, forme, nature des surfaces, rugueuses, veloutées ou lisses, orientation de la face examinée, produit utilisé. D'une part, il faut tenir compte du substrat, certains par leurs formes (artichauts), d'autres par le revêtement des feuilles ou des fruits étant plus aptes à retenir une quantité notable de dépôt. D'autre part, sur la même plante, il faut considérer qu'en admettant que la pulvérisation ait été bien faite, sur toutes les faces de cette plante et en l'absence de vent, il est néanmoins des endroits qui sont plus difficiles à atteindre, le haut des arbres par exemple ; ils recevront une pulvérisation de moindre densité et seront donc le siège d'un dépôt initial moindre ; les parties basses de la plante, par contre, recevront, en plus de la pulvérisation et de son dépôt initial, une certaine quantité de produit tombé par égouttage des feuilles supérieures ; elles pourront donc être le lieu d'un dépôt initial plus important.

RAUCOURT avait traité de façon identique de jeunes pommes et des pêches avec de l'*arséniate de plomb*. Le dépôt sur les pommes est voisin de 7 $\mu g/cm^2$, tandis que sur la pêche, surface velue, il atteint 10 à 12 $\mu g/cm^2$ [144]. Un traitement fait à base de *zinebe* par RICH [32], dans les mêmes conditions, sur feuilles de haricots et de céleris, donne les résultats suivants : feuilles de haricots, 0,75 $\mu g/cm^2$; feuilles de céleris, 1,15 $\mu g/cm^2$. Par contre, après une pulvérisation de *bouillie bordelaise*, les dépôts de cuivre furent sensiblement les mêmes sur les deux végétaux.

Ceci prouve, quant à la nature du substrat, que les résultats des dépôts ne peuvent guère être extrapolés d'avance en comparaison avec d'autres végétaux et d'autres produits, et que souvent, nature et forme des surfaces mises à part, il est difficile de trouver une explication aux variations des dépôts initiaux.

CHAPITRE II

DEVENIR DES DEPOTS INITIAUX : PERTES, DEGRADATIONS

L'ensemble des phénomènes qui peuvent intervenir pour diminuer le taux du dépôt initial est considérable. Il n'est pas question de les envisager tous ici ; nous nous limiterons aux principaux facteurs.

Dans les facteurs qui interviennent dans la destruction des dépôts initiaux, il faut compter tous ceux qui sont en relation avec les conditions atmosphériques. Nous étudierons les facteurs qui permettent la persistance plus ou moins longue de ces dépôts ; enfin, nous analyserons la dégradation chimique de quelques pesticides soit sous l'action des conditions atmosphériques, soit par les enzymes végétaux. Sous l'effet de ces phénomènes, les dépôts initiaux tendent à disparaître plus ou moins rapidement et on est convenu de leur appliquer alors la dénomination de « résidus ».

Certains de ces résidus, composés minéraux à l'exception du sélénium, composés organiques fortement polarisés, ioniques, ne pénètrent généralement pas dans la cuticule végétale et peuvent donc être considérés comme des résidus de surface uniquement. D'autres, par contre, la plupart des composés organiques non ioniques, pénètrent dans la cuticule et dans certains cas dans le tissu sous-cuticulaire. Nous analyserons leur devenir plus loin.

RESIDUS DE SURFACE

1) Influence de la nature du produit

De ce point de vue, les pesticides se divisent en trois groupes (Toxic Chemicals in Agriculture. Residues in Foods, Londres, 1953, pp. 24-30 [85]).

- Produits persistant peu ou pas :

a) *Bromure de méthyle, sulfure de carbone, oxyde d'éthylène.*

b) *Nicotine, TEPP.*

- Produits semi-persistants :

Alkylphosphates, sauf le TEPP, nitroalkylphénols, dithiocarbamates, pyrèthre, derris, pyréthines synthétiques, pipéronylbutoxyde.

- Produits persistants :

Hydrocarbures chlorés, les dérivés mercuriels aliphatiques et aromatiques, captane, heptadécylglyoxalidine, régulateurs de croissance, huile de pétrole.

Il est évident que plus les produits sont volatils ou sublimables, plus ils disparaîtront vite par temps chauds. De même, les composés solubles dans l'eau s'éliminent rapidement sous l'effet de la pluie. Cependant, les particules des produits hydrophiles, sous l'action de l'humidité simple, s'agglutinent entre elles et forment ainsi une couche plus tenace que les produits hydrophobes.

Wilcoxon et Collan, ainsi que Wilson [32], ont démontré l'existence de « lessivages préférentiels » sous l'action de la pluie. Ainsi, les résidus de *bouillie bordelaise* s'enrichissent relativement en cuivre à la suite d'un lessivage préférentiel du sulfate de calcium. Mais cette relation est inversée lorsque les mêmes résidus sont en présence d'huiles minérales.

Frear et Wortheley [32] ont montré le lessivage préférentiel de l'arsenic dans les résidus d'*arséniate de plomb*, qui s'enrichissent ainsi en plomb.

Un autre fait intéressant a pu être démontré ; les surfaces foliaires étant chargées négativement, les résidus des composés chargés positivement y persistent mieux que ceux qui portent une charge électrocinétique négative.

Ces quelques faits montrent la complexité des phénomènes quant à l'influence de la nature du produit ; il est évident que toute extrapolation en ce domaine, même pour des produits voisins, est tout à fait hasardeuse.

2) Influence du type de formulation

Les résidus résultant d'applications sous forme de poudre s'éliminent rapidement sous l'action combinée des mouvements de l'air,

du vent et de la pluie. Les résidus des applications par formulations aqueuses de poudres mouillables sont plus persistants, enfin les émulsions abandonnent les résidus les plus résistants.

Mais cette règle n'est pas sans exception. Il est toute une série de produits qui entrent, comme nous l'avons vu, dans les formulations : mouillants, adhésifs, etc., et qui favorisent la ténacité des résidus.

Ces mêmes produits jouent d'ailleurs un rôle important dans le degré de pénétration des résidus dans le végétal.

Gunther et Blinn [32] ont pu ainsi démontrer que le *D.D.T.* en émulsion dans du *kérosène* et dans les *huiles,* pénètre rapidement dans le végétal, alors que sous forme de poudre ou de poudre mouillable cette pénétration ne se fait que lentement. Par contre, le *parathion* a une pénétration identique par les deux formulations. Sans aucun doute, c'est là un fait extrêmement important quant aux résidus.

3) Influence de la qualité et de la quantité de recouvrement

Nous avons déjà parlé de la forme des végétaux et des conclusions que l'on pouvait en tirer. Il faut noter ici qu'en plus de ces facteurs, le haut des plantes, et notamment des arbres, subit une action beaucoup plus grande de la part des agents atmosphériques que les parties basses et souvent à l'abri. D'autre part, l'homogénéité du recouvrement des feuilles et des fruits intervient aussi. Plus le recouvrement est homogène, plus les forces réunissant la couche du produit sont solides, et moins elles offrent de prises aux agents atmosphériques. D'ailleurs, la grosseur des gouttes de l'application intervient dans ce facteur, comme nous l'avons vu.

En ce qui concerne la quantité de produit déposé, on pourrait penser que plus cette quantité est importante, moins elle se dégrade vite. Il n'en est pas toujours ainsi. Cela dépend essentiellement du produit employé, et si cette proposition est exacte pour la *bouillie bordelaise,* pour le *zinebe,* la résistance aux facteurs climatiques augmente surtout, dans la majorité des cas, avec la finesse du dépôt (Horsfall, Turner et Woodruff [32]).

4) Influence de la nature du substrat

L'influence de la nature de la couche superficielle des fruits et des feuilles est très importante. Ainsi, pour la majorité des cas (et cela a été maintes fois démontré), les surfaces velues des feuilles de

plante de haricots, des pêches, des abricots retiennent mieux les résidus que les surfaces lisses des feuilles du céleri et de la pomme par exemple.

D'autre part, les surfaces difficilement mouillables offrent moins de prise à la pluie, et les résidus qui les recouvrent sont dégradés plus lentement (FAJANS et MARTIN [32]).

5) Pertes apparentes dues à la croissance du végétal

En grandissant, les fruits et les végétaux font diminuer la quantité relative de résidus par poids de la plante totale... Mais il ne semble pas qu'il ait été encore démontré si la multiplication cellulaire entraîne un étalement uniforme de la pellicule des résidus ou si, au contraire, ces résidus se séparent en amas.

D'après les travaux de RAUCOURT [144], pendant le mois qui précède la récolte des poires traitées à l'*arséniate de plomb*, les pertes dues simplement au grossissement du fruit sont évaluées de 46 à 54 % et les pertes réelles ne représentent que 28 à 30 % de la perte totale.

Tableau III : Pertes apparentes d'insecticides par croissance du végétal (TRUHAUT et VIEL)

Nombre de jours entre traitement et prélèvement	Pourcentages de pertes				
	totales par unités de poids de laitue		apparentes dues à la croissance	par éliminations diverses	
	DDT	Parathion	DDT et Parathion	DDT	Parathion
1	77,3	83	17	68	85
8	96,7	94,6	77	86	86
15	99,2	100	91	94	100
22	98,4	100	95	79	100
24	99,8	100	96	93	100

WEBSTER [32] évalue les pertes journalières des résidus d'arsenic, dues uniquement à la croissance, respectivement à 3,6 % et 1,3 % sur les fruits au début de l'été et en automne. SLOAN, RAWLINS et NORTON ont étudié les pertes des résidus de *D.D.T.* et de *parathion* sur la laitue, en arrêtant le traitement un certain nombre de jours avant la fin de la croissance du végétal. Le *tableau III* (TRU-

HAUT et VIEL) [144] montre l'importance de la réduction des résidus par croissance, lorsque les facteurs d'élimination autres n'interviennent plus, soit que le produit soit assez stable, soit que l'entraînement mécanique ne joue pas.

6) Résidus de composés organiques non ioniques

Ces composés subissent d'une part la dégradation métabolique profonde par les enzymes végétaux après leur pénétration dans la cuticule cireuse et le tissu sous-cuticulaire. D'autre part, leurs résidus de surface obéissent à certains critères. Les études ont été faites à ce sujet par GUNTHER et BLINN avec un grand nombre d'insecticides et d'acaricides sur feuilles et fruits d'agrume. Leur conclusion est la suivante :

« *Dans les conditions de traitement relativement constantes et sur la même variété de plantes, la quantité de résidus du produit initial inaltéré, à un moment déterminé, dépend de la concentration initiale du dépôt; mais le pourcentage de résidus rémanant, à un moment déterminé, est indépendant de l'ordre de grandeur du dépôt initial.* [32] »

Voici qui est d'une importance capitale, car ceci permet de calculer la durée de demi-vie des résidus de composés organiques non ioniques pour un substrat et une formulation déterminés suivant la formule :

$$T_{\frac{1}{2}} = \log 2/K$$

$T_{\frac{1}{2}}$ = durée de demi-vie

K = la constance de vitesse qui se calcule en multipliant par le facteur 2,303 la pente de la droite du logarithme de la quantité de résidu en fonction du temps

« *L'intérêt de ce calcul est qu'il permet d'estimer à partir de quelques analyses effectuées bien avant la récolte :*

1) *La quantité des résidus pour un produit, une formulation et un substrat déterminés et à n'importe quel moment entre l'application du produit et la récolte.*

2) *Le rôle joué par la formulation et le substrat dans la persistance des résidus, pour un produit déterminé.*

3) *Le délai à imposer entre le traitement et la récolte en fonction des risques inhérent à leur teneur en résidus.*

4) *Les intervalles requis entre les traitements successifs pour assurer la persistance d'un effet résiduel suffisant en fonction de la biologie du parasite.* [32] »

7) Autres produits

Comme nous l'avons vu dans les précédents paragraphes, il est extrêmement difficile de déterminer la vitesse de dégradation des autres produits, trois facteurs ont une importance nette : la concentration initiale du dépôt, la nature du dépôt, les conditions atmosphériques, notamment le régime pluviométrique.

8) Le temps

Dans toute cette étude, des phénomènes qui interviennent pour diminuer et faire disparaître les dépôts initiaux des pesticides, un facteur a une importance capitale : le temps. En effet, toutes choses égales par ailleurs, le laps de temps qui s'écoule entre l'application du produit et l'analyse du fruit ou légume, multiplie chacun des phénomènes. Il est donc possible pour chaque produit et pour chaque formulation en se plaçant dans les conditions les plus défavorables à la dégradation, de trouver un espace de temps au bout duquel les résidus sont réduits à un minimum et en tout cas inférieurs à un taux nocif.

Tableau IV : Moyenne des résidus de malathion trouvés sur divers fruits et légumes en fonction du délai entre l'application et l'analyse (Cyanamid International)

Fruits et Légumes	Nombre de jours compris entre la dernière application et l'analyse		
	0 - 1	2 - 7	8 - 14
Pommes	8,1 - 0,1	2,3 - 0,0	0,4 - 0,0
Poires	5,0 - 0,2	0,7 - 0,1	0,2 - 0,0
Pêches	18,8 - 2,2	4,8 - 0,8	1,8 - 0,4
Cerises	2,4 - 0,4	0,3 - 0,0	
Fraises	0,9 - 0,2	2,7 - 0,0	
Raisins	2,0 - 1,8	1,1 - 0,0	0,1
Haricots	6,9 - 0,1	0,6 - 0,0	0,0
Choux brocoli (chou-fleur)	4,9 - 0,0	0,5 - 0,0	0,0
Choux (feuilles extr.)	30,6 - 1,5	8,0 - 0,1	
Choux moutarde	29,0 - 6,0	9,0 - 0,0	0,1
Pois	0,4 - 0,0	0,3 - 0,0	0,01 - 0,00
Epinards	91,0 - 5,3	83,0 - 0,3	1,4 - 0,3
Oignons	7,5 - 3,5	3,0 - 2,0	0,0
Concombres	0,3	0,3 - 0,0	0,0
Tomates	5,8 - 1,5	1,0 - 0,0	0,1

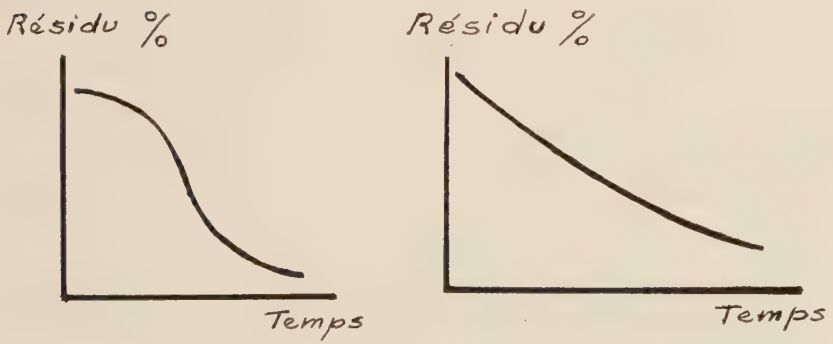
C'est en partant de ce fait que la législation française a imposé un délai limite à respecter entre la dernière application d'un produit et la récolte.

De nombreux travaux ont été faits à ce sujet, et nous n'en citerons qu'un exemple : La Cyanamid International [86] a publié en 1957 les moyennes des résidus de *malathion* de 0 à 14 jours après l'application.

Les résultats sont d'autant plus intéressants à considérer que différentes formulations de *malathion* ont été employées sur des fruits et légumes, et que néanmoins nous voyons ces résidus décroître régulièrement en fonction du temps pour chaque cas.

Les grosses différences de moyenne sont dues aux fortes et faibles concentrations employées dans les diverses formulations.

Tableau V : Courbes de disparition de la phosdrine et du parathion en fonction du temps



Courbe de disparition de la phosdrine

Courbe de disparition du parathion

D'ailleurs, d'une façon générale, la décroissance des résidus par rapport au temps est représentée par des courbes ou droites à angle plus ou moins grand, mais tendant toujours assez rapidement vers l'axe des temps.

La conclusion est que le temps est un facteur invariable. Il est donc important de le prendre en considération. Ceci montre aussi que le système de délais limite imposé n'est pas une notion fondée sur l'imagination de quelque législateur, mais bel et bien un moyen très sûr pour limiter les résidus nocifs dans les aliments d'origine végétale.

CHAPITRE III

PROBLEME PARTICULIER DE LA DEGRADATION PHYSICO-CHIMIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES RESIDUS INTERNES

ACTION DES AGENTS ATMOSPHERIQUES

Savoir quels sont les phénomènes qui interviennent dans la disparition des pesticides par des actions mécaniques ne constitue qu'une partie du problème. Une autre question est de savoir ce que deviennent les résidus qui restent sur le végétal. Un raisonnement simple consisterait à dire qu'ils disparaissent peu à peu de la plante, entraînés par les agents atmosphériques. Si cela est exact pour quelques produits, de nombreuses expériences ont prouvé qu'une grande quantité de produits se dégradait en composés chimiques plus simples.

Plusieurs faits sont à l'origine de ces réactions chimiques. Il y a, d'une part, la pénétration du produit dans le végétal et le fruit par effondrement de la cuticule cireuse. Cette pénétration peut provenir d'ailleurs du seul fait des propriétés du produit : les composés liposolubles sont à même de s'y dissoudre avec une relative facilité. Mais il faut aussi tenir compte des propriétés des *solvants, alcools, pétrole, kérosène,* etc., qui attaquent directement cette cire recouvrant les végétaux et les fruits, et facilitent ainsi la pénétration dans le végétal.

Arrivés à ce niveau, les produits phytosanitaires sont attaqués par des enzymes végétaux et sont transformés en d'autres composés, en partie ou totalement.

D'autre part, les résidus de surface subissent les effets de l'atmosphère qui les entoure : air, soleil, pluie. L'air, la pluie peuvent donner lieu à des réactions d'oxydation, d'hydrolyse, d'hydratation, de

déshydrogénation, etc. Le soleil, par son rayonnement et notamment les ultra-violets et les infra-rouges, la chaleur, peuvent provoquer des transformations qui, si peu rapides qu'elles soient, existent cependant et ont des effets notables.

Nous voyons alors la complexité que prend le terme « résidu ». En effet, il convient, dans chaque cas, comme l'indiquent TRIETZ et FRESHE [99], de considérer comme « résidu » la somme de tous les métabolites issus d'un produit donné. Et on se rend compte alors des difficultés rencontrées par l'analyse pour retrouver ces métabolites ; car il faut bien avouer que si, pour certains pesticides, les produits de dégradations sont relativement faciles à prévoir, nous ignorons le devenir de beaucoup d'autres, et le seul fait de ne pas retrouver le pesticide avec lequel a été traité un végétal ne suffit plus pour affirmer qu'il n'en reste pas un résidu.

Ce problème est d'autant plus important que ces dégradations physico-chimiques ne vont pas de pair, comme on pourrait le penser *a priori,* avec une réduction de la toxicité. Bien au contraire, cette toxicité peut rester égale à elle-même et même quelquefois, ce qui est plus grave, les dérivés peuvent être plus toxiques que les pesticides dont ils proviennent.

Dans une première étude, KOIVISTOINEN [87] a expérimenté l'effet des rayonnements solaires sur la disparition du *parathion* en mettant les plantes à l'abri de filtres plus ou moins opaques à la lumière.

Il a pu ainsi constater que la disparition du *parathion* était nettement plus importante sur les plantes mises à l'abri d'un filtre ne laissant passer que les rayonnements de 2.000 à 3.000 Å.

Dans une deuxième étude, le même auteur [88] a envisagé l'effet des rayonnements ultra-violets sur le *parathion* et ses dérivés. Ces expériences ont démontré que, sous l'effet des rayons ultra-violets, le *parathion* se décompose notamment en un produit d'oxydation, le *paraoxon,* et en deux isomères, le *S-éthyl parathion* et le *S-phényl parathion,* ces corps existant souvent d'ailleurs, dans le *parathion,* en très petites quantités en tant qu'impuretés. L'irradiation du *S-éthyl parathion* produit de nombreuses subsistances à activité anticholinestérasique. Il en est de même pour le *S-phényl-parathion et le paraoxon.*

FLECK [144] a démontré que le *D.D.T.* pouvait être oxydé en *dichlorobenzophénone* sous l'action des rayons solaires et de l'air.

MITCHELL [108], de son côté, a fait une étude de l'effet des radiations ultra-violettes sur 141 pesticides. Il serait trop long d'en

donner ici le résultat. Il suffit de dire que l'auteur a étudié les 141 composés par chromatographie sur papier avant et après leur irradiation.

Ces faits ont été étudiés *in vitro*. Néanmoins, il n'est pas douteux que de tels phénomènes de transformations se réalisent aussi dans les conditions naturelles.

LES RESIDUS INTERNES

1) Action enzymatique des plantes

Un autre fait intéressant à considérer est la pénétration des produits phytosanitaires dans les végétaux et les fruits, que ce soit par effondrement de la cuticule cireuse comme nous l'avons vu, ou par suite des propriétés du produit. Une certaine catégorie d'insecticides, les systémiques, sont absorbés par la plante, les feuilles, les fruits, les tiges, les racines, mis en circulation par la sève et distribués à toutes les parties de la plante qui est ainsi rendue toxique à tous les insectes suceurs ou broyeurs. Nous voyons donc que même le traitement des sols peut intervenir dans les résidus retrouvés dans les plantes et les fruits, et les néfastes effets que peuvent avoir dans ce cas les traitements trop près des récoltes.

Quel est le devenir de ces produits ?

C'est là une question extrêmement complexe. En effet, ces produits circulant dans la plante sont attaqués à tous les niveaux par des enzymes végétaux et donnent lieu à un assez grand nombre de composés de dégradation.

L'étude d'un composé apparenté au *mercaptophos* a montré à BENJEMAIN et coll. [148] que, quatorze jours après l'application sur des feuilles de coton, ce corps donnait lieu à des dérivés d'oxydation, de réduction, d'isomérisation tout à la fois.

De ces faits, nous voulons donner quelques exemples (Voir *tableau VI*)

Deux possibilités se présentent à ce niveau ; ou bien le produit néoformé est d'une toxicité anodine et continue à se dégrader en composés de plus en plus simples, ou bien il est toxique à un degré plus ou moins important vis-à-vis du produit dont il dérive. D'ailleurs, d'une façon générale, ces dérivés ont des propriétés physico-chimiques souvent différentes du composé-mère, et ces nouvelles propriétés peuvent dans certains cas faciliter leur élimination. Tel est le cas du

diméthoate qui est liposoluble et qui se transforme en un *thiolophosphate* actif et toxique, mais hydrosoluble et qui, de ce fait, se trouve éliminé plus rapidement dans l'eau de végétation [144].

Le cas du *schradane* ou *O.M.P.A.* a préoccupé beaucoup de chercheurs. En effet, ce corps qui possède une certaine action anticholinestérasique, acquiert au cours de son cycle de transformation dans les plantes un pouvoir anticholinestérasique plus de 30.000 fois supérieur. HARTLEY d'une part, SPENCER et coll. d'autre part, ont montré que cet effet était dû à un dérivé d'oxydation [3]. Mais la question reste posée de savoir par quel phénomène la simple adjonction d'un oxygène augmente à tel point le pouvoir anticholinestérasique.

Tableau VI : Produits de dégradation de quelques pesticides organiques dans les plantes (Ex. 73)

Pesticides	Substrats d'application	Produits résultant de la dégradation	Travaux faits par
Aldrine	Carottes	Dieldrine	F.A. GUNTHER
DDT	Feuilles de citron	Benzophrénoniques	F.A. GUNTHER
	Mets de restaurant		K.C. WALKER et Coll.
Dithio-systox	Citron et coton	Produits d'oxydation	METCALF et FUKUTO
Dibrométhylène	Blé	Ethylène glycol	R.G. BRIDGES
Ethylène oxyde	Nombreux végétaux	Ethylène glycol	S.J. DORMAL
HETP		Ac. éthylphosphorique	J.A.A. KETELOAR et Coll.
Bromure de méthylène	Céréales	Se fixe sur les fonctions NH2-SH	BRIDGES et WINTERINGHAM
Mitox	Végétaux divers	Mitox sulfure	GUNTHER et Coll.
Nicotine	Verdure	Cotinine	GUNTHER
Parathion	Fourage	Produits d'oxydation	P.A. DAHN et Coll.
Phosdrine	Légumes	Produits d'hydrolyse	CASIDA et Coll.
R 6199	Citron et coton	Produits d'hydrolyse	METCALF et Coll.
TEPP	Nombreux végétaux	Ac. éthylphosphorique	J.A.A. KETELOAR et Coll.
Thimet	Nombreux végétaux	Produits d'oxydation	BROWMAN et CASITZ
Trithion	Alfa-Alfa, pommes, citron	Produits d'oxydation	R.L. METCALF

Les transformations, l'élimination plus ou moins rapide dépend aussi en grande partie des plantes et des fruits traités.

CASIDA et coll. [134] ont étudié le nombre de jours nécessaires à la disparition de 90 % du dépôt initial après un traitement à la *phosdrine* (insecticide systémique), à raison de 285 g/ha ; les résultats sont les suivants :

Tableau VII : Temps (en jour) nécesaire à la disparition de 90 % du résidu initial après traitement à la phosdrine

	Jours
Tomates	0,8
Choux	1,1
Haricots	1,4
Concombres	1,7
Epinards	1,7
Pommes de terre	2,2

D'ailleurs, de nombreuses expériences et analyses ont montré l'effet néfaste de certains pesticides, hydrocarbures chlorés, organo-phosphores, quand ils sont appliqués sur des plantes à forte teneur en lipides.

En effet, ces produits, à cause de leur liposolubilité et de la relative stabilité de la plupart de leurs dérivés, persistent assez longtemps dans ces plantes et dans ces fruits. C'est ainsi qu'ALESSANDRINI [2] a trouvé jusqu'à 36,8 p.p.m. de *parathion* dans l'huile d'olive. Quant aux dérivés chlorés, les résidus qu'ils laissaient ont obligé à abandonner leur utilisation sur l'olivier.

Enfin, un fait *a priori* étonnant mais qui s'explique très bien, est la concentration de ces produits dans les parties de la plante qui ont le plus grand potentiel de croissance. En effet, certaines parties des plantes, notamment les fruits, reçoivent une grande partie de la sève et les produits s'y trouvent donc concentrés peu avant la maturation, comme l'a montré HARTLEY avec le *demeton P.32*. Il est donc plus important encore que pour les produits non systémiques, de respecter ici l'intervalle séparant le dernier traitement de la récolte, de façon à permettre l'élimination de ces résidus.

2) Problème posé par le traitement des sols. Résidus dans les sols

Ce problème est en relation directe avec le précédent. En effet, une partie des produits tombe à terre par perte ou par égouttage lors de l'application par pulvérisation, et la terre est souillée directement lors des traitements des sols.

On sait, d'autre part, que certains produits persistent fort longtemps dans les sols et leur dégradation y est en partie bien différente.

Le Moan [96] rapporte que la persistance, au bout de deux ans, est la suivante :

Tableau VIII : Persistance dans les sols de quelques insecticides deux ans après traitement

Aldrine	3 p.p.m.
Chlordane	2,4 p.p.m.
Toxaphène	2,1 p.p.m.
Dieldrine	4,8 p.p.m.
H.C.H.	0,4 p.p.m.
Heptachlore	2,4 p.p.m.

Il n'y a pas de doute que, dans les sols, les nombreux produits phytosanitaires produisent des modifications de la faune et de la flore, et peuvent ainsi intervenir dans la qualité des sols et influencer leur productivité.

Mais d'autre part, il ne faut pas oublier que certains légumes (navets, céleris, carottes, pommes de terre) ont leur partie comestible située sous la terre et qu'ils absorbent une partie des résidus du sol. Smith et coll. ont montré [134] qu'après application de *dieldrine* (à raison de 10 pounds per 6 inches acre), trois ans après, la terre contenait encore 5,3 p.p.m. Et les pommes de terre cultivées dans ce terrain au cours de la troisième saison contiennent 0,02 p.p.m. de *dieldrine*.

Mais, même dans la partie supérieure, on peut retrouver des quantités notables de résidus. Metcalf et coll. [144] ont fait des études avec le citron cultivé sur des milieux liquides contenant du *schradane* et du *déméton ;* les feuilles médianes contenaient, après vingt-quatre jours d'absorption, jusqu'à 300 p.p.m. de *schradane,* et 210 p.p.m. de *déméton* après vingt-huit jours. C'est là des faits expérimentaux, mais tout porte à croire qu'il en est de même dans la réalité.

Ainsi, Muns et coll. ont obtenu les résultats suivants sur sols traités :

— Sols traités au *chlordane* (4,5 kg pour 40 ares sur 15 végétaux) : les pommes de terre, les carottes, les rutabagas contenaient 0,3 p.p.m. de chlordane.

— Sols traités au *D.D.T.* (9 kg pour 40 ares) : les pommes de terre, les betteraves contiennent 0,5 p.p.m. du produit.

— Sols traités au *dibromure d'éthylène* (19 kg pour 40 ares) : les betteraves, les oignons et les navets contiennent de 9 à 76 p.p.m. du produit.

— Sols traités avec de l'*aldrine* (18,5 kg pour 40 ares) : les radis contiennent 0,24 p.p.m. d'*aldrine*.

— Sols traités avec le *toxaphène* (14 kg pour 40 ares) : les betteraves contiennent 0,4 p.p.m. du produit.

Les études de DECLEIRE [28] révèlent des faits plus graves. En effet, il ressort de ces études que certains légumes ont la faculté de concentrer les produits contenus dans le sol (*tableau IX*).

Tableau IX : Tableau comparatif du taux de résidu dans les sols et quelques légumes pour le lindane et l'aldrine en fonction du temps

Années après le traitement du sol	Sol sablo-limoneux (p.p.m.)		Sol limoneux alluvionnaire (p.p.m.)		Sol limoneux fortement humifère (p.p.m.)	
	ds. sol	ds. légume	ds. sol	ds. légume	ds. sol	ds. légume
Avec lindane						
11,2 kg/Ha						
1 an						
Carottes	2,43		1,8	13,9	10,35	1,46
Pommes de terre		0,62		0,29		0,14
2° an						
Carottes	1,33	5,99	1,1	2,41	7,58	0,4
3° an						
Carottes	0,72	4,45	0,74	6,18		
Pommes de terre		0,06		0,05		
Betteraves				0,15		
Avec l'aldrine						
22,4 kg/Ha						
2° an						
Carottes	0,16	0,71	0,5	1,19	4	0,32

L'auteur conclut, en ce qui concerne les produits phytosanitaires souillant le sol et l'absorption par les légumes :

1) L'absorption dépend du légume.
2) La quantité absorbée n'est pas proportionnelle à la quantité contenue dans le sol, mais au contraire semble être relativement plus importante pour de petites quantités.
3) Certains légumes ont non seulement la possibilité d'absorber les produits pesticides se trouvant dans le sol, mais encore le pouvoir de les concentrer à des taux très importants.

Il y a donc lieu, sans doute, de se préoccuper du devenir de ces produits dans les sols, d'étudier leurs effets possibles à ce niveau et de considérer aussi leurs effets possibles sur les plantes pouvant y être cultivées par la suite.

CONTAMINATIONS ACCIDENTELLES

Nous n'avons pas voulu passer sous silence cette possibilité dans le présent chapitre, car certaines contaminations sont en rapport avec ce que nous venons de dire et interviennent donc, dans une certaine mesure, dans la rapidité de disparition des résidus. Il est important de constater qu'en arboriculture, des arbres de variétés plus ou moins précoces sont souvent assez rapprochés les uns des autres : par conséquent, le traitement des variétés tardives peut souiller les fruits des variétés précoces peu de temps avant la récolte. Ensuite, il arrive souvent que, sous les arbres, d'autres cultures soient faites, ou, en cas de grande dispersion, que l'intervalle serve de pâturages aux troupeaux. Dans le premier cas, il est alors possible que les cultures inférieures soient souillées par les retombées de l'égouttage des arbres. Pour le deuxième cas, nous dirons seulement qu'il a été possible de retrouver des quantités de pesticides notables dans la graisse et le lait des animaux qui avaient brouté des herbes souillées. Mais il s'agit là d'un autre problème, et de même que celui qui se trouve posé par le gibier en général, il dépasse le cadre de ce chapitre.

CHAPITRE IV

RESIDUS SUR LES FRUITS ET LEGUMES LORS DE LA RECOLTE

Nous venons de passer en revue les principaux facteurs qui peuvent intervenir dans la rémanence de pesticides sur les végétaux pour arriver au point crucial de notre étude, à savoir la quantité de résidus présents sur les aliments d'origine végétale au moment où ils sont livrés à la consommation. Bien entendu, là aussi, de nombreuses études ont été faites : certaines en France, beaucoup à l'étranger.

Certes, les résultats de travaux faits à l'étranger, notamment en Amérique, ne sont pas directement applicables à la France. Non pas que nous mettions en doute la valeur de ces recherches, mais il est difficile d'extrapoler les résultats d'un pays où le climat est nettement différent du nôtre et où, d'autre part, les méthodes de culture ne peuvent en rien être comparables.

Dans un autre ordre d'idées, les dispositions légales concernant l'utilisation des produits phytosanitaires sont sensiblement différentes en ce qui concerne la France et les Etats-Unis. Nous verrons d'ailleurs que quelquefois les délais recommandés aux U.S.A. sont supérieurs à ceux qui sont édictés par la loi française. De ce point de vue, il faut prendre en considération que les doses d'utilisation recommandées ou imposées ne sont pas identiques aux U.S.A. et en France ; ensuite, il faut bien admettre que dans notre pays l'utilisation des produits n'est pas appliquée d'une façon aussi intensive qu'aux U.S.A. Ces différents résultats permettent néanmoins une appréciation assez fidèle de l'ensemble de ce problème.

Afin de donner à ce chapitre autant de clarté que possible, nous commencerons par classer les produits par groupes de composés. Pour chacun d'eux, nous rappellerons les principales données toxicologiques résultant d'expériences faites sur les animaux. Il est évident que pour l'étude qui nous concerne, la toxicité chronique est d'une importance capitale. Il est en effet rare de constater des symp-

tômes toxiques aigus dus à des taux importants de résidus qui sont le fait de contaminations accidentelles ou de traitements effectués très peu de temps avant la consommation des denrées. A l'inverse, toute sa vie durant, l'homme est exposé à l'absorption de petites doses de résidus ; des manifestations de toxicité chronique peuvent ainsi se faire jour. Nous verrons pour quelques produits, d'une part, les effets observés au cours d'administrations à des doses diverses à des volontaires humains, d'autre part, les doses toxiques lors d'accidents et d'intoxications volontaires.

Nous énoncerons ensuite les dispositions législatives principales, taux de résidus limites, délai de carence conseillé aux U.S.A. et délai imposé en France. Enfin, nous indiquerons les montants de résidus qui ont pu être trouvés sur certains fruits et légumes.

Il est évident qu'une telle étude pour tous les produits existant se révèlerait beaucoup trop longue. Aussi nous limiterons-nous à ceux dont l'emploi est le plus répandu et à certains qui, du fait de leur toxicité, présentent un intérêt particulier.

Toutes les données sont tirées de diverses études mentionnées dans notre bibliographie. Les résultats toxicologiques que nous citons n'ont rien d'immuable : nous les avons choisis parfois parmi beaucoup d'autres [8, 52, 53, 14, 111, 125, 135, 148], les effets en ce domaine étant fort variables selon les techniques employées. Néanmoins, ces chiffres permettent de situer avec une certaine exactitude la toxicité des produits.

I. — LES PRODUITS MINERAUX

- Les composés arsenicaux [32, 36, 53, 111, 141, 148, 152] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat est, par voie orale :

— 20 mg/kg de poids pour l'*arséniate de calcium* (Von Oettingen) ;

— 20-100 mg/kg pour les différents *arséniates de chaux* (Vallet) ;

— 8 mg/kg pour l'*arsenic anhydre* (Hammet) ;

— 100 mg/kg pour l'*arséniate de plomb* (Lehman).

Pour l'homme, on estime que la dose mortelle est comprise entre 1 et 10 mg/kg. On admet qu'une dose d'*anhydride arsénieux* de

2 mg/kg est mortelle pour un adulte de 60 kg, ce qui représente pour un adulte (TRUHAUT) :

— 100-140 mg d'*anhydride arsénieux ;*
— 325 mg d'*arséniate de sodium cristallisé ;*
— 220 à 250 mg d'*arséniate de chaux technique ;*
— 100 à 500 mg d'*arséniate de plomb.*

Toxicologie chronique :

D'après SMITH, des rats recevant 4 mg/kg pendant huit semaines manifestent des signes d'intoxication. Au-dessus de 4 mg/kg, on observe une nette stimulation de la croissance et des dégénérescences nerveuses. Des taux d'*arsenic* de 2 à 3 p.p.m., sous forme d'*arséniate de sodium,* ont été signalés dans l'eau de certaines régions d'Amérique sans que les consommateurs en ressentent d'effets toxiques. Sous forme d'*arsenic anhydre,* des taux de 0,4 à 10 p.p.m. dans l'eau entraînent des signes nets d'intoxication chronique. On estime, en général, à 0,3 mg par jour le taux d'*arsenic* pouvant entraîner des signes d'intoxication chronique chez des sujets n'ayant pas de contact continuel avec l'*arsenic.* A très petites doses, en effet, il se produit une sorte d'accoutumance de l'organisme ; tel est le cas de ces montagnards du Tyrol qui ont l'habitude de râper du *trisulfure d'arsenic* sur leur pain ou leur lard pour se donner de la force.

Législation :

Le taux toléré aux Etats-Unis dans les fruits et légumes est de 3,5 p.p.m. sous forme de As_2O_3. Après les applications d'*arséniate de plomb,* le taux admis est de 7 à 1 p.p.m. calculé en plomb.

En France, les doses et l'emploi des arsenicaux sont strictement réglementés par la législation (arrêté du 16 février 1949) : « L'emploi des composé arsenicaux insolubles : *arséniate de plomb, arséniate de chaux, arséniate tricalcique, arséniate d'aluminium,* est autorisé seulement pour les traitements en pulvérisations liquides et badigeonnages, et uniquement pour les cultures suivantes aux époques ci-après :

1) Vignes : jusqu'au début de la véraison dans les vignobles.

2) Pommiers, poiriers, cognassiers : jusqu'à deux mois avant la récolte. Pruniers, pêchers, amandiers : jusqu'à cinq semaines après la floraison.

3) Cerisiers, abricotiers : jusqu'à la fin de la floraison.

4) Noyers, châtaigniers : jusqu'à un mois avant la récolte.

5) Betteraves : jusqu'à un mois après le démariage ou le repiquage.

6) Pommes de terre : jusqu'à une semaine avant l'arrachage. »

L'emploi des *arsenicaux solubles, arsenic métalloïdique, arsenic anhydre, arséniate de sodium* ne sont autorisés qu'en traitements d'hiver de la vigne et des arbres fruitiers. L'emploi sous forme de poudre de tous les composés est réservé à des équipes spécialisées.

Les résidus :

Raucourt et coll. ont étudié les résidus d'*arsenic* sur les fruits et légumes dès 1935. Le *tableau X* donne les teneurs moyennes en *arsenic* sur les pommes et les poires en fonction du délai qui sépare l'analyse des derniers traitements (*arséniate de plomb, de chaux, d'alumine et bouillie cupro-arsenicale*).

Délai en jours	Arsenic (en ppm)
75 - 165	0,130
75 - 113	0,469
60 - 75	0,647
45 - 60	0,720
30 - 45	1,446
5 - 30	2,301

Tableau X : Résidus d'arsenic sur pommes et poires selon le délai qui sépare la dernière application de l'analyse

En ce qui concerne la vigne, on retrouve, lorsque les traitements ont été effectués dans les délais légaux, des quantités très variables d'*arsenic* dans le vin, car une grande partie reste à la vendange dans le marc. Il a été néanmoins possible (Raucourt et Sick) d'y déceler des résidus allant jusqu'à 1 mg d'*arsenic* par litre. Wührer, de son côté, a démontré en 1938 que ni l'*arsenic* ni le plomb, provenant d'un traitement à l'arséniate de plomb des plantes de pommes de terre, n'étaient absorbés par la pomme de terre elle-même. Sur les abricots, lorsqu'on traite les fruits, on peut retrouver jusqu'à 4 p.p.m. d'*arsenic* quatre-vingt-un jours après la dernière pulvérisation (Hoskins).

Il est à noter que certains mollusques et crustacés peuvent, à l'état normal, contenir jusqu'à 200 mg d'*arsenic* par kg de poids. Huîtres : 3 à 10 p.p.m. ; homard : 70 p.p.m. ; crevettes : 170 p.p.m.

- Les dérivés du brome [52, 53, 125, 135] :

Toxicologie aiguë :

Pour le *bromure de méthyle,* la DL 50 par ingestion chez le rat est de 125 mg/kg (Vallet).

Toxicologie chronique :

Le fait que le *bromure de méthyle* se fixe sur les végétaux par méthylation des acides aminés indispensables n'a pas montré, malgré de longs tests alimentaires, un danger quelconque. Pour l'homme, la toxicité des dérivés du brome pose un problème assez complexe, car leur tolérance est extrêmement variable selon les individus. Il suffit, pour s'en faire une idée, de rappeler l'exemple cité par DUVOIR, FABRE et LAYANI : « Dans une manufacture, un ouvrier travaille depuis six ans au contact de ces produits. On engage un ouvrier supplémentaire et, après un jour de travail dans les mêmes conditions, il meurt. Un deuxième est engagé et meurt dans les mêmes conditions. » Dans une autre industrie, 90 ouvriers se trouvent exposés à 35 p.p.m. de bromure de méthyle : 33 présentent des signes d'intoxication légère, 22 des lésions cutanées.

Législation :

Les résidus admis aux U.S.A. varient de 75 à 5 p.p.m. selon les fruits et légumes.

En France, l'usage des dérivés du brome est sévèrement réglementé par la loi. Son usage est réservé à des équipes spécialisées.

Les résidus :

Il faut remarquer que le *bromure de méthyle* se dissout avec une certaine facilité dans les plantes et notamment celles qui sont riches en huiles et en essences. C'est ainsi qu'après traitement d'oranges au *bromure de méthyle* à raison de 10 à 50 mg par ml, et trois jours d'aération, on trouve encore 32 p.p.m. de *brome* dans le fruit et jusqu'à 57 p.p.m. dans l'écorce. Les pommes de terre, légumes et fruits, deux jours après fumigation, ont des résidus entre 0 et 41 p.p.m. 5 à 10 p.p.m. sont retrouvés dans les raisins, les prunes et les pêches.

- LES DÉRIVÉS DU BORE (135, 72)

Toxicité aiguë :

La DL 50 par voie orale est de 1,2 à 3,4 g/kg (PFEIFFER et coll.)

Toxicité chronique :

On observe des troubles de la croissance chez les rats recevant une dose journalière de 0,32 g/kg.

La dose toxique pour l'homme serait située entre 0,5 et 15 g/kg (GLEASON, DREISBACH) il formerait un complexe avec la vitamine B-6, et aurait une action antagoniste vis-à-vis de la vitamine C.

Législation :

Pas de législation particulière en France ; l'acide borique comme moyen de conservation des beurres fermiers a été interdit depuis le 1er janvier 1964.

Dans un travail récent, H. Gounelle, C. Boudène et Mlle C. Marnay [72] ont analysé la teneur des oranges en *bore* et en vitamine C, et l'influence des traitements à base de *bore* sur ces taux. Différents lots ont été analysés, nous en donnons les valeurs moyennes dans les tableaux ci-après.

Tableau XI : Tableau comparatif du taux de résidus en bore des oranges et de leur teneur en vitamine C

Variété	Bore (en gamma/g)		Vit. C (en mg/ml)
	Ecorce	Pulpe	
Variétés diverses achetées au hasard dans le commerce	6,26	2,08	0,42

Traitement	Bore (en gamma/g)			Vit. C (en mg/ml)
	Ecorce		Pulpe	
	Couche orange	Couche blanche		
Oranges de Tunisie (avril - mai 1964)				
Terrain à engrais naturel sans traitement	6,2	5,35	1,6	0,44
Terrain à engrais naturel; oranges traitées au superpentabore	19,6	14,95	2,4	0,42
Terrain à engrais chimique; oranges non traitées	5,9	5,3	1,7	0,44
Terrain à engrais chimique; oranges traitées au superpentabore	15,1	11,6	2,2	0,44
Oranges d'Israël (février 1964)				
Oranges non traitées	5,1	4,91	1,33	0,34
Oranges traitées au Borax	15	9,17	1,27	0,34
Oranges traitées au Borax puis cirées au Boitex	10,8	8,1	1,2	0,51

Il ressort de cette étude que la majorité du *bore* dû au traitement se localise dans l'écorce. On peut noter par ailleurs que le taux de résidu de *bore* n'a pratiquement pas d'effet sur la teneur en vitamine C.

• Composés du cuivre [32, 36, 53, 125, 152] :

Toxicologie aiguë :

Il est prouvé que le cuivre, par lui-même, sous forme métallique, n'est pas toxique. Cependant les sels de cuivre, *oxyde, sulfate, hydrocarbonate ou vert-de-gris,* sont extrêmement toxiques.

Les doses mortelles pour l'homme seraient de 15 g pour *l'hydrocarbonate,* 10 g pour *le sulfate ;* mais des accidents divers peuvent survenir après ingestion de 1 à 2 g (Vallet).

Toxicologie chronique :

Coulson et coll. ont nourri des rats pendant douze mois avec un régime contenant 525 p.p.m. de *cuivre* sans observer de signes d'intoxication. Boyden et coll. sont arrivés aux mêmes résultats, observant toutefois une diminution de la croissance pour des régimes contenant plus de 500 p.p.m. de *cuivre.* Hopkirk signale la mort de moutons après ingestion, pendant trente-trois à soixante-dix-sept jours, de 100 ml d'une solution de *sulfate de cuivre* à 1 %.

Les intoxications sont rares, dues souvent à d'autres produits : *arsenic, plomb, fongicides,* auxquels on mélange les préparations à base de cuivre.

Goldstein signale des cas d'intoxications dans une institution, attribués à des épinards contenant 254 p.p.m. de *cuivre.*

Législation :

Aux U.S.A., pas de taux-limites, sauf en ce qui concerne les poires : 3 p.p.m., calculé en cuivre.

En France, pas de législation particulière.

Les résidus :

Les forts taux de résidus de *cuivre* peuvent donner une coloration bleue aux fruits et légumes. Les résidus trouvés en général dans les fruits et légumes traités ne dépassent pas 1 à 3 p.p.m. Il faut noter que certaines espèces végétales contiennent du cuivre à l'état normal ; il en est ainsi, par exemple, des tomates qui contiennent de 0,25 à 1,3 p.p.m. de cuivre.

• Les dérivés du fluor [32, 125] :

Toxicologie aiguë :

Pour le *fluorure double de sodium et d'aluminium,* la DL 50 pour le rat par voie orale est d'environ 45 mg par kg (Vallet).

La dose mortelle pour l'homme est située à 2 g pour le *fluor,* 75 à 150 mg/kg pour le *fluorure de sodium* et 150 à 200 mg/kg pour le *fluorosilicate de sodium* (Vallet).

Toxicologie chronique :

A long terme, les dérivés du fluor sont mortels pour la plupart des animaux. Cela est dû à une toxicité protoplasmatique extrêmement violente. En effet, ces corps mobilisent le calcium plasmatique et tissulaire qui devient ainsi inutilisable pour l'organisme ; il en résulte des désordres métaboliques de la coagulation, de la contraction musculaire et cardiaque. En outre, en se fixant au niveau des tissus calcifiés (dents, os), les dérivés fluorés provoquent des altérations osseuses et dentaires graves.

Evans et Philips, nourrissant des rats avec des régimes contenant du fluor, observèrent l'apparition de symptômes d'intoxication à partir d'un régime contenant 10 p.p.m. de fluor.

Chez l'homme, des eaux de boissons contenant 1, 2, 3 p.p.m. de fluor n'ont pas entraîné de symptômes. Des effets néfastes furent notés chez des populations absorbant de l'eau qui en contenait de 3 à 6 p.p.m. Ce point de la toxicité chronique est important à prendre en considération. On estime, en effet, qu'à partir de 3 mg par jour, le fluor commence à s'accumuler et à manifester ses effets toxiques dans l'organisme humain sous la forme de la fluorose.

Législation :

Aux U.S.A., le taux admis est de 2 p.p.m.

En France, les dérivés du fluor sont soumis à la législation du tableau C, si leur concentration en fluorosilicate de baryum est supérieure à 25 %.

Les résidus :

Les résidus provenant de traitements sont généralement de l'ordre de 0,3 à 1 p.p.m. Néanmoins, Wichmann et Dahle ont trouvé 34 p.p.m. sur les feuilles externes de chou, 3 p.p.m. sur les feuilles internes ; 77 à 135 p.p.m. sur les feuilles de céleri ; 2 p.p.m. sur les pommes. Les dérivés fluorés sont actuellement relativement peu utilisés.

Quelques aliments contiennent du fluor à l'état naturel : bière, 0,25 à 0,45 p.p.m. ; crevettes en boîte, 2,4 p.p.m. ; lait entier, 0,17 p.p.m.

• Les dérivés du mercure [125, 141, 147] :

Toxicologie :

En principe, le mercure métal n'est pas toxique ; par contre, ses dérivés et vapeurs sont très toxiques. Les plus toxiques de ces composés sont *les dérivés éthylés, méthylés, chlorures, l'oxalate de méthoxyéthylmercure et le dicyanamide de méthyl-mercure*. D'ailleurs, il faut remarquer que les auteurs divisent les dérivés du mercure en trois catégories ; suivant la nature des substituants qui le plus souvent sont (X = halogène ; R = organique aryle ou alcoyle ; A = noyau aromatique) :

1) Type A — Hg — X.
2) Type R — Hg — X.
3) Type R — Hg — R'.

Les composés de la dernière catégorie, les *dialcoylmercures,* sont éminemment toxiques. Les composés des deux autres groupes seraient moins toxiques.

— *Aiguë :* par voie orale, la DL 50 pour le rat des *dérivés phényl mercuriques* se situe entre 30 et 50 mg par kg de poids corporel (Lehman). Pour l'homme, la dose mortelle du *chlorure et du cyanure mercurique* se situe entre 0,15 et 0,20 g. Pour les autres composés, entre 15 et 80 mg/kg (Vallet).

— *Chronique :* Lehman a nourri des rats avec de l'*acétate mercurique* et de l'*acétate phényl mercurique* pendant cent quatre semaines. Jusqu'à 2,5 p.p.m. d'*acétate de mercure* et 0,1 p.p.m. d'*acétate de phényl mercurique,* aucune lésion tant clinique qu'histologique n'a été observée.

Législation :

Les résidus des composés mercuriques ne sont pas tolérés aux U.S.A. Mais, comme les fruits et légumes contiennent de petites quantités de mercure, on admet un maximum de 0,03 p.p.m. En France, l'utilisation de ces dérivés est réglementée par la loi. Il est interdit notamment de les utiliser sur les graines et sur les fruits et légumes destinés à l'alimentation de l'homme ou des animaux.

Les résidus :

Miller analysa des pommes traitées avec des composés mercuriels : dans les pommes n'ayant pas reçu de traitement, on trouve

0,01 p.p.m. de mercure. Après six ou huit traitements, la récolte étant effectuée de dix à douze semaines après le dernier traitement, on retrouve 0,04 à 0,07 p.p.m. Après trois traitements et récolte des fruits douze semaines après le dernier traitement, on trouve 0,01 p.p.m. Les mêmes résultats sont enregistrés après dix traitements et un intervalle de dix-sept semaines.

Par ailleurs, la teneur en mercure de différents fruits et légumes (cornichons, betteraves, poires, pommes, etc.) analysés après traitement par Van Warens, se révèle inférieure à 0,01 p.p.m. Par contre, les concombres (0,3 à 2,0 p.p.m.) semblent avoir une tendance particulière à retenir le mercure. Le traitement en est interdit dans de nombreux pays.

A l'état normal, les poissons contiennent de 0,025 à 0,18 p.p.m. de mercure ; le loit, de 0,006 à 0,01 p.p.m. ; la viande, de 0,005 à 0,02 p.p.m.

Malgré tout, il faut se montrer extrêmement prudent avec ces produits et les accidents récents de Pont-Saint-Esprit prouvent la possibilité d'accidents très graves.

- Les dérivés du plomb [32, 125] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat est de 100 mg/kg (Lehman). Pour l'homme, la dose mortelle se situe entre 100 et 500 mg par kg de poids, par voie orale.

Toxicologie chronique :

Les rats seraient très tolérants au plomb en administration orale à petites doses (Lehman). Pour l'homme, des doses journalières de 10 mg entraînent une intoxication grave. Mais des doses de 1 mg par jour sont considérées par beaucoup de toxicologues comme dangereuses.

Législation :

Le taux admis aux U.S.A. est de 7 p.p.m., sauf pour le citron : 1 p.p.m. En France, il faut se reporter à la législation des *arsenicaux.*

Les résidus :

Les résidus de plomb sont dus pour la plupart à des traitements à l'*arséniate de plomb.* Il semble qu'à la faveur du lessivage préférentiel (Voy. p. 28), la quantité de plomb retrouvée à la récolte soit plus importante que celle de l'arsenic. Timberlake et Pollard retrouvent

à la récolte de pommes traitées à l'*arséniate de plomb*, des quantités moyennes de 1,93 p.p.m. et 1,44 p.p.m. de plomb après une pulvérisation pratiquée trois mois avant la récolte, et 3,22 à 2,65 p.p.m. après deux pulvérisations dont la dernière est séparée de la récolte par un intervalle de huit semaines.

On estime, d'autre part, que la quantité de plomb ingérée quotidiennement par l'homme de différentes façons, sous forme de plomb naturel, est de 0,20 à 0,30 mg. En effet, mis à part l'eau potable et l'usage de faïence vernissée, ainsi que de capsules et d'emballages doublés de plomb, un grand nombre d'aliments contiennent du plomb : crustacés et mollusques, 7 p.p.m. ; huîtres, 80 à 100 p.p.m. La plupart des fruits et légumes, 0,01 à 1 p.p.m.

• Les dérivés du sélénium [4, 32, 125, 143] :

Toxicologie aiguë :

Le sélénium pur est peu toxique ; par contre, ses dérivés, le sel de sodium notamment, sont très toxiques.

La dose léthale pour l'homme se situerait entre 1 et 10 mg/kg de poids corporel par voie orale (Vallet).

Toxicologie chronique :

Lehman a nourri, pendant cent quatre semaines, des rats avec des régimes contenant 3 et 10 p.p.m. de sélénium et de séléniate. On observa de nets signes d'intoxication et des désordres histologiques pour les deux dosages. Administrés chez les rats à des doses de 10 à 40 mg/kg par Nelson, Fitzhugh et Calvery, ces produits entraînent des lésions de cirrhose et, à long terme, l'apparition de cancers.

D'après Monier-William, une ingestion de 5 à 10 mg entraînerait chez l'homme des troubles nerveux et gastro-intestinaux. Munsell et coll. estiment que la dose-limite pour la plupart des animaux et aussi pour l'homme sans manifestation néfaste est l'absorption de 3 à 4 p.p.m. dans la nourriture quotidienne.

Législation :

Aux U.S.A., la tolérance est de 0 p.p.m.

En France, les produits dérivés du sélénium sont soumis à la législation du tableau A.

Les résidus :

White et coll. trouvent, dans la pulpe d'oranges traitées, 0,04 p.p.m. Dans les pommes d'arbres traités avec du sélocide,

Hoskins trouve 0,03 à 0,33 p.p.m. de sélénium dans la pulpe et dans le fruit entier de 0,17 à 0,50 p.p.m.

Le séléniate de soude étant un produit endothérapique, il est véhiculé par la sève. Francke a attiré l'attention sur la persistance de ce composé dans les sols et sur son absorption par les plantes et notamment par les céréales panifiables.

Nous ne ferons que citer les composés soufrés et les dérivés nitrés. Les premiers, parce que leurs résidus et leur toxicité sont négligeables : les seuls ennuis qu'ils peuvent occasionner sont des dermites de contact chez l'utilisateur. Les seconds, parce qu'ainsi que les huiles minérales et les huiles anthracéniques, ils font partie des traitements d'hiver et ne sont retrouvés ni sur les feuilles ni sur les fruits.

II. — LES DERIVES ORGANO-HALOGENES

Tous ces composés ont en commun un certain nombre de propriétés :

1° Ils sont liposolubles ; d'où leur pénétration par dissolution dans les végétaux et les fruits riches en lipides ou en essences.

2° Ils sont, ainsi que leurs dérivés, souvent très stables ; ce qui entraîne une persistance relativement longue.

3° Quant à la toxicité, leur liposolubilité et leur stabilité font qu'on les retrouve dans les graisses et qu'ils sont pour la plupart neurotoxiques.

4° En ce qui concerne la persistance des résidus, la nature du substrat intervient pour une large part.

- D.D.T. (dichloro-diphényl-trichloréthane) [32, 77, 148, 156, 157] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 par voie orale, chez le rat, est comprise entre 150 et 200 mg/kg de poids corporel en solution dans l'huile d'arachide, 350 mg/kg en émulsion aqueuse (Draize et coll.). Pour l'homme, la dose estimée mortelle est de 30 g.

Toxicologie chronique :

Chez le rat, une absorption quotidienne de 5 mg/kg, soit environ 0,1 mg par rat, provoquerait, d'après Laug, Nelson, Fitzugh et Kunze, l'apparition de lésions hépatiques.

Des études spéciales ont été faites avec le *D.D.T.* par HAYES, DURHAM et CUETO sur des volontaires humains. Les volontaires sont classés en six groupes et reçoivent une ration alimentaire contenant pour les groupes 1, 2, 3, respectivement 0, 3,5, 35 mg de l'isomère p-p' recristallisé du D.D.T., pour les groupes 4, 5, 6, les mêmes doses de D.D.T. technique.

WALKER avait démontré, de son côté, après analyse de menus de restaurants, que la dose quotidienne absorbée par un homme non exposé au *D.D.T.* autrement que par la nourriture, devait se monter à environ 0,184 mg. Les doses choisies par HAYES et coll. correspondent donc à une ingestion une fois, vingt fois, deux cents fois la quantité absorbée quotidiennement dans la vie courante par l'homme. L'étude est extrêmement complète et un examen médical assez poussé a été pratiqué chez chaque volontaire avant et après l'expérience. Cette expérience fut poursuivie pendant un an, pour certains au-delà.

Aucun signe clinique ne fut mis en évidence ni par les hommes eux-mêmes, ni par les examens de laboratoire.

L'étude de la concentration dans la graisse des volontaires a donné les résultats suivants :

Avant l'expérience :

— *D.D.T.* de 3 à 13 p.p.m. (moyenne 7,4 p.p.m.);

— *D.D.E.* de 5 à 26 p.p.m. (moyenne 11,2 p.p.m.).

Le *D.D.E.* est un dérivé métabolique du *D.D.T.* (*dichloro-diphényl-dichloro-éthylène*).

Après dix mois ou plus d'un régime contenant 3,5 p.p.m. de D.D.T. technique, on retrouva dans la graisse de deux hommes, 26 et 33 p.p.m. de D.D.T. Après le même laps de temps, après un régime contenant 3,5 p.p.m. de l'isomère p-p' recristallisé du D.D.T., on trouva dans la graisse d'un autre volontaire, 90 p.p.m. de D.D.T. Pour ceux qui avaient été soumis à un régime contenant 35 p.p.m. de D.D.T. pendant dix mois, la graisse de ceux qui avaient absorbé du D.D.T. technique contenait de 101 à 367 p.p.m. de D.D.T., et chez ceux qui avaient pris de l'isomère p-p' recristallisé, le taux se montait de 216 à 466 p.p.m. de D.D.T.

Des conclusions de ces études, il ressort que les quantités stockées de *D.D.T.* sont proportionnelles aux taux absorbés par voie orale. Néanmoins, il semble qu'après un an environ, un équilibre s'installe et que toute nouvelle dose de *D.D.T.* absorbée ne soit plus stockée dans les mêmes proportions. D'ailleurs, une fois cet équilibre installé, CUETO a montré que la quantité de dérivés du *D.D.T.* excrétée par voie urinaire était proportionnelle aux taux absorbés.

Des dosages furent aussi pratiqués chez des personnes non exposées au *D.D.T.* autrement que par l'alimentation. On trouva, chez les végétariens stricts, des taux de 2,3 p.p.m., et chez ceux qui mangent de la viande, des taux de 4,9 p.p.m. ; la viande contient en effet dans sa graisse une quantité notable de *D.D.T.* Le taux le plus fort de *D.D.T.* dans la graisse humaine fut trouvé chez un ouvrier agricole : 648 p.p.m. de *D.D.T.* et 434 p.p.m. de *D.D.E.* sans aucune manifestation clinique d'intoxication.

En Allemagne, des taux de 0 à 2,66 et de 0 à 6,13 p.p.m. de *D.D.T.* (moyennes : 1,01 p.p.m. et 1,17 p.p.m.) furent trouvés dans la graisse par Maier-Bode. Aux Etats-Unis, on trouve 100 à 200 mg par adulte, soit 12 p.p.m.

Législation :

Le taux admis dans les fruits et légumes aux U.S.A. est de 7 p.p.m. Le délai d'emploi conseillé sur les arbres fruitiers est de trente à quarante jours avant la récolte et sur les légumes de cinq à vingt et un jours.

En France, le délai imposé entre le dernier traitement et la récolte est de quinze jours.

Les résidus :

Kenneth, Walker et coll. ont recherché les résidus de D.D.T. d'une part dans les menus de restaurants et, d'autre part, dans les menus de prisons. Les résultats moyens sont les suivants :

Tableau XII : Montants du taux de DDT trouvés dans les repas (Kenneth, Walker et Coll.)

	Poids (en grammes)	DDT (en gammas)	DDE
Petit déjeuner	584	39,2	20,0
Repas de midi	825	58,3	31,7
Repas du soir	1.022	54,8	27,7

Les quantités importantes de *D.D.T.* étaient trouvées surtout dans la viande, les légumes, les produits laitiers, les pommes de terre, le pain.

Durham trouve dans un plat de spaghetti avec boule de viande, 111 gammas de *D.D.T.*

Les résidus dans les fruits et légumes sont les suivants :

a) *Fruits à épiderme lisse :* les analyses faites par GUNTHER et coll. d'une part, et HOSKINS d'autre part, montrent qu'à la suite de quatre - cinq applications de *D.D.T.* sous forme de poudre mouillable à raison de 0,3 g par litre, les résidus retrouvés sur pommes et poires à la récolte sont de 0,5 à 2 p.p.m.

Pour les pommes de la variété Winesap, les résidus de *D.D.T.* ont été recherchés depuis 1948 dans la province de Washington.

Les résultats de ces recherches sont les suivants :

Tableau XIII : Montant du taux de résidu de DDT trouvé sur les pommes depuis 1948

Etudes faites par	WEST LAKE et FAHEY 1948	WALKER 1949	US PUBLIC HEALTH SERVICE				
			1951	1954		1958	
	non lavées	non lavées	lavées	non lavées	lavées	non lavées	lavé
Nombre	2	234	32	14	21	8	8
Ecart	2,7 - 3,3	0,0 - 11,0	0,1 - 5,1	1,0 - 3,0	1,0 - 4,0	0,4 - 12,4	0,5 -
Moyenne	3,0 ± 0,3	2,5	2,8 ± 0,2	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1	5,4 ± 1,2	3,9 ±

Dans des cerises traitées au *D.D.T.* à raison de 6,25 g de matière active par arbre, DORMAL trouve, quatre semaines après l'application, 0,9 p.p.m.

b) *Fruits à épiderme velu :* BRUNSON et KOBLITSKY montrèrent que les résidus de *D.D.T.* sur les pêches étaient de 6,5 et 5,9 p.p.m., respectivement deux et trois semaines après traitement.

Pour tous les fruits, GUNTHER et coll. ont montré que le *D.D.T.* ne pénétrait dans le fruit que lorsqu'il était appliqué sous forme d'émulsion huileuse.

c) *Agrumes :* les travaux de GUNTHER et coll. ont montré que le *D.D.T.* pénètre rapidement dans la pelure des agrumes et qu'il y persiste pendant un laps de temps assez long. Mais ces résidus semblent se localiser surtout à la couche externe des agrumes et n'atteindraient la couche blanche que lorsque le produit est appliqué sous forme d'émulsion contenant de fortes proportions d'huiles lourdes de pétrole ou de kérosène.

Après une simple application cent quarante jours avant la récolte, les résidus de surface retrouvés sont de 0,5 à 2,5 p.p.m. La pelure, par contre, en contient de 0,6 à 4,6 p.p.m. (basé sur le poids de la pelure).

Après des applications multiples et des délais plus courts, on a pu retrouver des montants nettement plus importants : 6 à 8 p.p.m. en surface et 30 à 40 p.p.m. dans la pelure.

d) Les légumes : ROBINSON, après analyse d'un grand nombre de légumes, n'a pas trouvé de taux supérieurs à 7 p.p.m. à la récolte.

DORMAL, après traitement d'haricots princesse et d'épinards à raison respectivement de 124 et 66 mg/m² de matière active sous forme de concentré émulsionnable à 25 %, n'a trouvé, quatre semaines après, que des résidus de 0,15 p.p.m. sur les haricots princesse et de 0,65 p.p.m. sur les épinards.

e) *Les oléagineux :* la persistance très grande et la dissolution du *D.D.T.* dans les fruits oléagineux, notamment l'olive, ont entraîné son abandon total dans le traitement des parasites de ces arbres.

Le *D.D.T.* est sans doute l'un des produits qui a été le plus étudié. Les résidus de taux nocifs ne sont que très rarement mis en évidence. Néanmoins, par ce fait même, il convient de se montrer prudent, car trop souvent ce produit est considéré comme atoxique et il convient de se souvenir de sa neurotoxicité.

- H.C.H. ET LINDANE (ensemble des stéréoisomères de hexochloro 1, 2, 3, 4, 5, 6 cyclohexane) [32, 48, 144] :

L'*H.C.H.* est un composé de divers isomères. Le *lindane* est un produit qui contient 99,8 % du stéréoisomère gamma de H.C.H.

Toxicologie aiguë :

La DL 50, pour le rat, par voie orale est la suivante selon les isomères :

Tableau XIV : Différents composants du HCH et leur toxicité (TRUHAUT)

Isomère	Proportions dans HCH	DL 50 rat par v.o.
alpha	55 à 70 %	500 mg/kg
bêta	5 à 14 %	6000 mg/kg
gamma	10 à 18 %	125 mg/kg
delta	6 à 8 %	1000 mg/kg
epsilon	6 à 8 %	-

La DL 50 par voie orale, pour le rat, du *H.C.H. technique* est de 600 mg/kg. La DL 50 pour un *H.C.H.* contenant 12 à 13 % du dérivé gamma est de 1.250 mg/kg pour le rat [111]

Pour l'homme, par voie orale, la dose léthale d'une préparation d'*H.C.H. technique* serait de 0,4 g/kg de poids corporel [111].

Toxicologie chronique :

Pour le *H.C.H.*, des troubles à type de diarrhée et de convulsions ont pu être observés chez des sujets ayant absorbé de 1 à 3 mg par kilogramme de poids corporel de *H.C.H.* à partir d'une dose quotidienne de 110 mg. Une petite fille de cinq ans, et pesant 25 kg. mourut cinq heures après une ingestion accidentelle de 4,5 g de *H.C.H.* sous forme d'une solution à 30 % (ce qui revient à une dose de 180 mg/kg).

En ce qui concerne le *lindane*, 15 sujets ont absorbé 45 mg de lindane par voie orale. 11 sujets ne manifestèrent pas de symptômes d'intoxication. Chez les quatre autres, apparurent des vertiges, des convulsions épileptiformes et des nausées (Graëve et Herring). Des décès d'enfants sont survenus consécutivement à l'absorption d'une seule tablette de *lindane* destinée à la production de vapeurs et dont le contenu en *lindane* est de 0,33 g [64]. Joslin et coll. rapportent le cas d'un enfant de dix-huit mois décédé après absorption d'une demi-tablette.

Législation :

Aux U.S.A., des résidus de 5 p.p.m. sont admis pour le H.C.H., et de 10 p.p.m. pour le *lindane*. Le délai recommandé pour les légumes est de trente jours.

En France, le délai à respecter avant la récolte est de quinze jours pour le *lindane*. Une rémanence de 1 p.p.m. est admise dans la farine.

De toute façon, ces deux produits sont relativement peu utilisés sur les fruits et légumes peu de temps avant la récolte, en raison du mauvais goût qu'ils communiquent à la plupart d'entre eux.

Les résidus :

Les résidus retrouvés par les auteurs sont d'environ 0,1 p.p.m. et parfois même indosables.

Le point intéressant à retenir pour ces deux produits est leur relative longue persistance dans les sols. C'est ainsi que des fruits et légumes surtout peuvent être souillés de quantités notables de ce pesticide. Dormal a retrouvé 1,7 p.p.m. de *lindane* dans des tubercules de pommes de terre cultivées sur un sol traité au H.C.H.

Raynolds et coll. ont trouvé 1 p.p.m. de *H.C.H.* dans le beurre d'arachides qui avaient été cultivées sur un sol ayant porté une culture de cotonniers. Ces cotonniers avaient été traités avec du *H.C.H.*

- Chlordane (octachloro-1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 8 tétrahydro-3a, 4, 7, 7a méthano-4 : 7 indane) [32] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat est d'environ 450 à 500 mg/kg par voie orale (Lehman). Pour le *chlordane en préparation technique*, elle est de 457 à 590 mg/kg [111].

Pour l'homme, la dose mortelle est d'environ 100 mg par kilogramme de poids corporel [111].

Toxicologie chronique :

Les expérimentations de Lehman ont prouvé que ce composé était très toxique pour le foie. Wilks a nourri des rats avec des régimes contenant jusqu'à 150 p.p.m. de *chlordane* pendant deux ans, sans observer une augmentation de la mortalité.

Une élévation nette de la mortalité est observée pour des régimes contenant 300 p.p.m. de *chlordane*. L'étude histologique révèle que des lésions hépatiques apparaissent à partir de régimes contenant 50 p.p.m. de *chlordane*.

Législation :

Aux U.S.A., les taux-limites admis sont de 0,3 p.p.m. et le délai recommandé avant récolte pour les arbres fruitiers est de trente jours.

En France, le délai légal est de quinze jours.

Les résidus :

Hoskins trouve de 8 à 16 p.p.m. sur les poires qui avaient été traitées avec deux à trois applications de *chlordane* sous forme de poudre mouillable aux doses de 2,5 à 7,5 g/l, le dernier traitement remontant à un mois avant la récolte.

Après trois traitements sur la pêche dont le dernier a été effectué six semaines avant la récolte, on trouve 1,4 p.p.m. de *chlordane*. En Hollande, le traitement des sols avec du *chlordane* avant l'ensemencement de carottes a permis de retrouver à la récolte de 0,1 à 0,2 p.p.m. de *chlordane* sur les carottes. D'autres auteurs trouvèrent dans les mêmes conditions de 0 à 0,4 p.p.m.

- H.H.D.N. ou Aldrine (endo-exo-hexachloro-1, 2, 3, 10, 10, hexahydro-1, 4, 4a, 5, 8, 8a diméthano-1 : 4, 5 : 8 naphtalène)

- HE.O.D. ou Dieldrine (endo-exo hexachloro-1, 2, 3, 4, 10, 10 époxy-6, 7 octahydro-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a diméthano-1 : 4, 5 : 8 naphtalène)

- Endrine (endo-endo hexachloro-1, 2, 3, 4, 10, 10 époxy-6, 7 octahydro-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a diméthano-1 : 4, 5 : 8 naphtalène) [26, 32, 42, 65, 78, 79, 161] :

Toxicologie aiguë :

La toxicité pour le rat de ces composés par voie orale est la suivante :

— *Aldrine :* 67 mg/kg (Lehman).

— *Dieldrine :* 87 mg/kg (Lehman).

— *Endrine :* entre 7,3 et 43 mg/kg (Treon et coll.).

Pour l'*aldrine* et la *dieldrine,* la dose mortelle pour l'homme est estimée à 5 grammes.

Toxicologie chronique :

Chez le rat, Lehman a pu observer des manifestations toxiques, lorsque le régime contenait 25 p.p.m. ou plus d'*aldrine*. Pour la *dieldrine,* Dutra n'a pas observé d'effets notables chez des rats nourris pendant vingt-six semaines avec un régime contenant 25 p.p.m. de *dieldrine*. Par contre, des lésions dégénératives du foie apparaissent si le taux dépasse 50 p.p.m. D'après Treon et coll., administrée à la dose de 2,5 p.p.m. dans le régime, la *dieldrine* aurait pour effet chez le rat de diminuer la fécondité. Si on continue les administrations pendant plusieurs générations, cet effet irait en diminuant. Les mêmes auteurs ont soumis des rats à des régimes contenant 1, 5, 25, 50, 100 p.p.m. d'*endrine* pendant deux ans. Pour 1 et 5 p.p.m., on ne note pas de lésions décelables. Pour les doses plus fortes, apparaissent des lésions dégénératives du foie, du cerveau, des glandes surrénales. Le taux de mortalité ne s'est trouvé augmenté que dans le groupe des animaux recevant 100 p.p.m.

Hayes et Cueto rapportent dans leurs études des analyses faites chez des ouvriers agricoles exposés à la *dieldrine*. On a pu doser son élimination rénale à des taux de 0,4 à 1,1 p.p.m. chez des ouvriers exposés à 1,8 mg/kg de poids corporel. Hayes rapporte des cas d'intoxications par la *dieldrine* chez des ouvriers agricoles.

Législation :

Les taux de résidus admis aux U.S.A. sont de :
— 0,1 à 0,75 p.p.m. pour l'*aldrine ;*
— 0 à 0,75 p.p.m. pour la *dieldrine ;*
— 0 p.p.m. pour l'*endrine.*

Les délais conseillés entre le dernier traitement et la récolte sont, pour les arbres fruitiers, de vingt et un à trente jours pour l'*aldrine* et de trente-cinq à quarante-cinq jours pour la *dieldrine.* Pour les légumes, sept à trente jours pour l'*aldrine,* quarante jours pour la *dieldrine,* trois à soixante jours pour l'*endrine.*

En France, les délais réglementaires sont les suivants :
— *aldrine : trente jours ;*
— *dieldrine : trente jours ;*
— *endrine : quarante-cinq jours.*

Leur utilisation sur les cultures maraîchères est interdite.

Les résidus :

Après un à trois traitements avec l'*aldrine* à raison de 0,6 g/l de matière active sous forme de poudre mouillable et récolte onze semaines après le dernier traitement, on ne put trouver sur des prunes que des résidus de l'ordre de 0,05 p.p.m.

Le traitement de pêchers avec une *poudre mouillable de dieldrine et d'aldrine* laissait, après trois applications et un délai de six semaines, un résidu de 0,08 à 0,15 p.p.m. de *dieldrine* et de 0,15 à 2,5 p.p.m. d'*aldrine* sur la pêche.

Sur les oranges, à la suite de deux traitements et un délai de six mois, on trouve dans la pelure 0,08 p.p.m. (basé sur le poids de la pelure) et moins de 0,01 p.p.m. dans le jus d'orange.

Il n'a pas été possible de mettre en évidence un résidu sur des tomates ayant reçu quatre applications de *dieldrine* ou d'*aldrine* douze jours auparavant. Il en est de même des haricots traités par trois applications de poudre à 5 % d'*aldrine* ou de *dieldrine* quatorze jours avant l'analyse.

Quant aux oléagineux, la forte pénétration de ces produits dans les olives a été mise en évidence par Allessandrini qui conseille de les écarter du traitement des oliviers. L'huile dégagerait à 180° une forte odeur et beaucoup de fumée.

- D.D.D. (dichloro-diphényl-dichloroéthane) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est, d'après Lehman, de 3.400 mg/kg de poids corporel.

La dose estimée mortelle pour l'homme se situe à 5.000 mg/kg (The Merck Index).

Toxicologie chronique :

Les rats nourris pendant deux ans avec un régime contenant 150 p.p.m. de *D.D.D.*, stockèrent dans leur graisse 220 mg/kg de ce produit.

Le *D.D.D.* aurait un effet freinateur sur la production d'adrénaline par la cortico-surrénale, en absorption prolongée.

Législation :

Aux Etats-Unis, un résidu de 7 p.p.m. est admis.

En France, le délai légal à respecter est de sept jours.

- MÉTHOXYCHLORE (trichloro-méthoxy-phényl-éthane) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 6.000 mg/kg, d'après LEHMAN. La dose mortelle pour l'homme serait d'environ 7,5 g/kg.

Toxicologie chronique :

On observe, chez les rats nourris avec un régime contenant 1,6 p.p.m. de *méthoxychlore*, une diminution de la croissance mais pas d'altérations histologiques.

Législation :

Le délai légal à respecter en France est de sept jours.

- TOXAPHÈNE (chlorocamphène) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 par voie orale chez le rat se situe entre 40 et 69 mg/kg (LEHMAN).

Chez l'homme, la dose léthale est estimée à 60 mg/kg du poids corporel (The Merck Index).

Toxicologie chronique :

Chez le rat, les premiers symptômes d'intoxication apparaissent pour des doses quotidiennes de 100 à 400 mg/kg (LEHMAN). Un régime contenant 800 p.p.m. de *toxaphène* en solution dans du *kéro-*

sène, ingéré par des rats pendant six mois, n'a permis d'observer aucun effet toxique ni histologique.

Législation :

Aux U.S.A., le taux de résidus admis est de 0,3 à 7 p.p.m.

En France, le délai réglementaire est de vingt et un jours.

- HEPTACHLORE (heptachloro-1, 4, 5, 6, 7, 8 8 tétrahydro-3a, 4, 7, 7a méthano-4 : 7 indène) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est comprise entre 90 et 130 mg/kg (FITZHUGH et coll., LEHMAN).

La dose mortelle pour l'homme est située entre 3 et 4 grammes.

Toxicologie chronique :

L'*heptachlore* est transformé par métabolisme chez certains animaux et peut-être dans certaines plantes en un dérivé beaucoup plus toxique : l'*époxyde-heptachlore*. C'est ce qui explique la toxicité de ce produit : en effet, c'est sous cette forme qu'il peut être stocké dans les graisses animales.

Législation :

Le délai à respecter est de vingt et un jours avant la récolte.

- ENDOSULFAN OU CHLORTIEPIN (hexachloro-6, 7, 8, 9, 10, 10 hexa-hydro-1, 5, 5a, 6, 9, 9a méthano-6, 9 benzo-dioxathiépine-2, 4, 3) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 par voie orale chez le rat est de 110 mg/kg en solution huileuse, et 40 à 50 mg/kg en solution alcoolique.

Toxicologie chronique :

Administré chez le rat dans le régime à raison de 30 p.p.m., il n'a pas donné lieu à des phénomènes toxiques.

Législation :

Le taux admis aux U.S.A. est de 2 p.p.m.

En France, le délai légal à respecter est de vingt et un jours.

III. — LES INSECTICIDES ORGANO-PHOSPHORES

Le groupe des insecticides organophosphorés est caractérisé, du point de vue toxicologique, par son action sur le système nerveux, et précisément sur les relais nerveux où la transmission des influx se fait par action de l'acétylcholine. Les organophosphorés et la plupart de leurs dérivés bloquent ces relais par inhibition de la cholinestérase, ce qui a pour effet une accumulation d'acétylcholine et la polarisation de ces relais (Voy. p. 3).

Les insecticides organo-phosphorés se divisent en deux grands groupes :

— les exothérapiques ont une action de protection de surface. La pellicule déposée sur les végétaux par le traitement est nuisible aux insectes ;

— les endothérapiques sont appelés à pénétrer dans les plantes, par les feuilles, les tiges et les racines ; ils sont véhiculés par la sève, qui les distribue à une grande partie de la plante. Le végétal est ainsi rendu toxique aux insectes suceurs, broyeurs...

1) Les insecticides du groupe exothérapique

- PARATHION (thiophosphate de 0, 0-diéthyle et 0-(p-nitrophényle)

- PARATHION-MÉTHYL (thiophosphate de 0, 0-diméthyle et 0-(p-nitrophényle) [2, 32, 42, 48, 60, 89, 144] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat par voie orale est de :

— 12 à 24 mg/kg sous forme de poudre mouillable (Cyanamid Co);

— 4 mg/kg en solution huileuse (DEICHMANN et coll.) pour le *parathion.*

La DL 50 pour le rat par voie orale pour le *méthylparathion* est de 15 mg/kg (LEHMAN).

Pour l'homme, la dose léthale serait de 2,5 à 5 mg/kg pour le *parathion* et de 15,2 mg/kg pour le *parathion méthyl.* D'après BIDSTRUP, la toxicité se manifesterait chez l'homme à partir d'une dose de 10 à 20 mg de *parathion.*

Toxicologie chronique :

La dose minimale pour qu'une baisse des cholinestérases se produise chez le rat est un régime contenant 5 p.p.m. de *parathion*. A raison de 25 p.p.m., des signes d'intoxication se manifestent.

Une toxicité plus forte serait due au dérivé du *parathion*, le *paraoxon*, et au dérivé du *méthylparathion*, le *méthylparaoxon*. Ces deux corps sont d'une toxicité nettement supérieure aux composés-mères.

Edson [48] étudia sur des volontaires humains l'effet des ingestions répétées de *parathion* et les variations de la cholinestérase sanguine. Une légère baisse de celle-ci se manifesta à partir de doses journalières de 4,8 mg par homme, au bout de huit à dix semaines. Aux doses de 7,2 mg par jour, l'activité cholinestérasique tomba jusqu'à 67 % des valeurs témoins. L'auteur conclut que la dose maximale, sans effet nocif pour l'homme, est de l'ordre de 0,05 mg/kg par jour, soit environ 3,5 mg. Ceci est l'équivalent de 3 kg de nourriture contenant 1 p.p.m. de *parathion*.

Goldblatt [48] rapporte que 120 mg en une seule dose orale ont été absorbés par un chercheur qui essayait de déterminer la toxicité du *parathion*. La dose lui fut fatale. Seifert rapporte le cas d'un enfant qui, ayant absorbé entre 25 à 50 mg de *parathion*, mourut peu après.

Fredriksson [60] a fait des expériences pour rechercher les lieux de fixation du *parathion* dans l'organisme de la souris. Il a pour cela procédé à une série d'injections sous-cutanées de *parathion marqué au P.32* chez la souris (0,03 mg de *parathion marqué*). Il ressort de cette étude que, trente minutes après injection, on trouve une forte concentration du produit dans les yeux, le cerveau, la graisse, le foie, les glandes salivaires, le sang cardiaque, les poumons, les intestins. Une heure après l'injection, l'autoradiogramme montre que le produit est surtout localisé dans le foie, les reins et les glandes salivaires. Ceci est d'un intérêt évident, car cette expérience montre les lieux où le *parathion* peut intervenir pour manifester son effet toxique, et elle suggère que ce produit est probablement excrété par le rein ensuite sous forme de produits dégradés hydrosolubles.

Législation :

Aux U.S.A., les résidus admis sont de 1 p.p.m. Les délais conseillés sont de quatorze jours sur les arbres fruitiers et de trois à vingt et un jours pour les légumes.

En France, le délai réglementaire est de quinze jours.

Les résidus :

P. Koivistoinen [89] trouve 1 p.p.m. de *parathion* sur les groseilles, treize jours après l'application qui avait formé un dépôt initial de 5,30 p.p.m., et 1 p.p.m. après onze jours sur le cassis dont le dépôt initial se montait à 5,05 p.p.m. Sur la pomme [42], on trouve des quantités de 0,01 à 0,32 p.p.m. avec une moyenne de 0,10 p.p.m. après des traitements normaux. Dans les cerises traitées par le *parathion* à raison de 1,65 g/arbre de matière active sous forme d'un concentré émulsionnable à 50 %, Dormal trouve trois semaines après 0,01 p.p.m. de *parathion*. Sur des fraises, deux jours après l'épandage d'une bouillie à 0,025 %, les résidus sont de 0,36 à 0,42 p.p.m. Schuppon [144] montre dans un tableau récapitulatif que, huit à quatorze jours après traitement, des quantités importantes pouvaient encore être trouvées sur différents fruits et légumes.

Pour les fruits à épiderme velu, Brunson et Koblitzky trouvèrent des taux de 0,24 à 0,10 p.p.m. de *parathion* deux à trois semaines après traitement. Gunther et coll. montrèrent que lorsque le *parathion* était appliqué en émulsion dans des huiles de pétrole, le produit pouvait pénétrer dans la pulpe. Ces auteurs ont ainsi trouvé des résidus allant jusqu'à 1,2 p.p.m.

Dans les agrumes, les résidus disparaissent dix à vingt jours après traitement et aucune trace n'est retrouvée dans la pulpe. Par contre, Kesterson et coll. ont trouvé jusqu'à 60 p.p.m. de *parathion* dans les huiles essentielles extraites de pelure d'oranges et de pamplemousses provenant d'arbres traités par une poudre mouillable à base de *parathion*.

Sur les oignons, les tomates, le céleri, les navets, les résidus sont généralement inférieurs à 1 p.p.m. Après application de *parathion* à raison de 26 mg/m² de matière active sous forme d'un concentré émulsionnable à 50 %, Dormal trouve sur des épinards, trois semaines après traitement, moins de 0,01 p.p.m. Il en est de même pour les haricots-princesse traités avec un concentré émulsionnable à raison de 30 mg de matière active par mètre carré. Getz trouve sur le chou, deux jours après l'application, 4 p.p.m. de *parathion*.

Le cas des olives est particulièrement intéressant à envisager en raison de la liposolubilité du *parathion*.

Pellegrini [144] retrouve, deux mois après le dernier traitement, 3 à 4 p.p.m. de *parathion* : trois applications avaient été faites avec une bouillie à 0,082 %. Alessandrini [2], de son côté, cite des résultats expérimentaux où des taux allant jusqu'à 36,8 p.p.m. ont pu être décelés dans l'huile d'olive. L'auteur estime impossible une protection efficace de l'olivier sans dépasser les résidus de 1 p.p.m. imposés.

- MALATHION (diméthoxy-thioxo-phosphoranylthio)-2 succinate d'éthyle) [32, 48, 86, 144] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 par voie orale chez le rat est de 4.700 mg/kg pour un produit pur à 99 %, et de 1.500 mg/kg pour le produit pur dans de l'huile végétale (GOLZ et SHAFFER).

Toxicologie chronique :

La quantité minimale capable de diminuer le taux de l'activité cholinestérasique chez le rat est de l'ordre de 1.000 p.p.m. dans le régime alimentaire (GOLZ et SHAFFER).

MATTSON et SEDLAK [48] ont fait absorber à un volontaire, 11 puis 58 mg de *malathion* technique, soit respectivement 0,16 mg/kg et 0,84 mg/kg. L'homme n'a pas montré de signes cliniques d'intoxication, ni de baisse de la cholinestérase sanguine. 19 à 23 % de la dose administrée furent retrouvés dans les urines. MOELLER et RIDER [48] montrent, de leur côté, qu'une absorption quotidienne de 24 mg de *malathion* en solution dans l'huile entraîne une diminution de l'activité cholinestérasique en peu de jours ; trois semaines après l'arrêt de l'ingestion, l'activité revient à son taux normal.

Législation :

Aux U.S.A., un taux de 8 p.p.m. est admis comme résidu.

En France, le délai légal est de sept jours.

Les résidus :

Selon plusieurs auteurs, la persistance du *malathion* sur les fruits est du même ordre que celle du *parathion*. Selon les études faites par la Cyanamid International, les résidus au bout de huit à quatorze jours après traitements par diverses méthodes et à des concentrations allant jusqu'à 0,125 % de matière active, sont compris entre 0 p.p.m. et 0,4 p.p.m. Il faut cependant remarquer qu'au bout de ce laps de temps, les résidus sur pêche atteignent 0,4 à 1,4 p.p.m. et sont du même ordre sur les épinards (Voir *tableau,* p. 32).

WRITES et VAN MIDDELEM [144], en Floride, ont trouvé sur des choux, sept jours après traitement au *malathion,* à raison de 70 g par hectare, 2,4 p.p.m. de *malathion*. D'après ces mêmes auteurs, sa disparition serait assez rapide, puisqu'au bout d'une semaine on ne retrouve que 26 à 16 % du dépôt initial. HOPKINS, YANIAN et CARRUTH ont traité des laitues au *malathion* par poudrage et pulvérisation en émulsion dans l'eau. Si le traitement est fait par avion, on trouve un dépôt initial pour le poudrage de 65 p.p.m. et pour la

pulvérisation de 68 p.p.m. sur les laitues. Si le traitement est effectué à terre, les résidus sur la laitue se montent à 85 p.p.m. pour le poudrage et 125 p.p.m. pour la pulvérisation. Au bout de trois jours, ces dépôts avaient diminué de 98 % pour le poudrage et de 94 % en ce qui concerne la pulvérisation ; les résidus trouvés alors étaient respectivement de 1,6 à 4,1 p.p.m. Dix jours après, aucun résidu n'était décelable.

- T.E.P.P. (tétraéthyl-diphosphate)
- H.E.T.P. (hexaéthyl-tétraphosphate) [32, 48]

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat par voie orale est située entre 1,2 et 2 mg/kg (LEHMAN, FRAWLEY et coll.) pour le *T.E.P.P.*

Chez l'homme, la dose considérée comme dangereuse est de 25 mg *per os*, de T.E.P.P.

La DL 50 pour le *H.E.T.P.* pour le rat par voie orale est de 7 mg/kg (LEHMAN). Selon KLIMMER, elle est de 2 mg/kg.

Toxicologie chronique :

La toxicité chronique de ces produits est pratiquement inexistante, étant donné qu'ils sont rapidement détruits dans l'organisme. La pénétration par voie pulmonaire est deux fois plus toxique que par voie digestive.

Pour le *T.E.P.P.*, des doses de 1.000 à 5.000 p.p.m. dans la nourriture du rat ne donnent pas d'effets toxiques. Pour le H.E.T.P., des doses de 1.000 p.p.m. dans les mêmes conditions sont sans effets toxiques notables.

L'utilisation du *T.E.P.P.*, dans certains cas de myasthénie en médecine, permet d'apprécier mieux sa toxicité. Une simple dose de 5 mg, ou de 3,6 mg par jour pendant deux jours, ou 2,4 mg par jour pendant trois jours en injection parentérale, ou 7,2 mg en une dose par voie buccale entraînant des signes d'intoxication chez des sujets bien portants, d'après HARVEY et GROB [48]. Ces auteurs en concluent que la dose mortelle chez l'homme se situe aux environs de 20 mg par voie intra-musculaire et 100 mg par voie buccale.

A noter l'effet très particulier que comporte ce produit lorsqu'il est mis en contact avec l'œil (UPHOLT et Coll.). Deux gouttes d'une solution à 0,1 % produisent un myosis important, une diminution de la perception lumineuse et des troubles de l'accomodation. Ces faits ont été observés chez des pilotes d'avions de pulvérisation qui

éprouvaient certaines difficultés pour aterrir après avoir effectué des traitements par le *T.E.P.P.*

Législation :

Aux U.S.A., aucun résidu n'est toléré dans les fruits et légumes pour ces deux produits.

En France, le délai réglementaire à observer est de deux jours.

Les résidus :

Ce sont des produits peu stables, et, par ce fait, en quarante-huit heures, les dépôts sont transformés en produits de décomposition physiologiquement inactifs.

- DIAZINON (thiophosphate de 0, 0-diéthyle et d'0-(iso-propyl-2 méthyl-6 pyrimidyle-4) [32, 66] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de :

— 712 mg/kg pour la poudre mouillable (GASSER) ;

— 100 à 150 mg/kg pour un produit contenant 85 % de matière active dans de l'huile (BRUCE et Coll.).

Toxicologie chronique :

Ce produit a un effet cumulatif très faible. Des doses de 20 mg/kg par jour chez le rat n'ont pas d'effet pathologique. Lorsqu'il est administré dans la nourriture à raison de 100 p.p.m., on enregistre une légère baisse de la cholinestérase au bout de soixante-douze semaines, mais pas d'effets pathologiques (BRUCE et Coll.).

Législation :

Aux U.S.A., le taux de résidu admis est de 2 à 5 p.p.m.

En France, le délai réglementaire est fixé à quinze jours sauf pour l'olivier (vingt et un jours).

Les résidus :

D'après les documentations du département pharmacologique de la firme GEIGY, il ne resterait de cet insecticide sur les pommes et les cerises que des traces dix jour après le traitement. DORMAL ne trouve que des traces seize jours après traitement de cerises.

Sur les choux (66) deux jours après traitement, on trouve 8 p.p.m. de *diazinon ;* sept jours après traitement, ce taux est de 0,5 p.p.m.

A la suite de traitements expérimentaux effectués sur l'olivier par ALESSANDRINI, on trouve de 1 p.p.m. à 20 p.p.m. de *diazinon* dans l'huile d'olive.

- E.P.N. (phénylthionophosphonate d'éthyle et de nitro-4 phényle) [32, 48] :

Toxicologie aiguë :

D'après les données de la *Dupont de Nemours Co,* la DL 50 en vingt-quatre heures est de 52 mg/kg pour le rat mâle et de 10 mg/kg pour le rat femelle. Dans tous les travaux, le sexe de l'animal semble avoir une grande importance, les femelles étant nettement plus sensibles à ce produit.

Toxicologie chronique :

Les premiers effets toxiques ont été observés après un an d'administration de l'*E.P.N.* à raison de 180 p.p.m. dans le régime du rat (LEHMAN).

MOELLER et RIDER rapportent que six hommes ont absorbé pendant quarante-sept jours une dose de 6 mg par jour d'*E.P.N.* sans que l'on puisse déceler d'effet pathologique ni de baisse du taux de l'activité cholinestérasique. Par contre, on observe une baisse nette de cette activité enzymatique après quelques jours pour des doses de 9 mg par jour ; la remontée au taux normal se fait en trois semaines après l'arrêt de l'ingestion.

Certains auteurs émettent l'opinion que l'*E.P.N.* bloquerait les enzymes, décomposant à l'état normal le *malathion* en dérivés inoffensifs, et insistent sur le danger de l'absorption simultanée de ces deux composés. MOELLER et RIDER pensent qu'il n'y a là qu'un simple effet d'addition de toxicité plutôt que potentialisation.

Législation :

Aux U.S.A., le taux de résidu est de 3 p.p.m. et le délai recommandé pour les arbres fruitiers est de vingt et un jours.

En France, le délai réglementaire est de quinze jours.

Les résidus :

Les analyses pratiquées par la *Dupont de Nemours Co,* ont mis en évidence trente jours après traitement des résidus, de l'ordre de 0,1 p.p.m. sur les pommes, les poires, les prunes, les cerises, même dans les cas où les doses d'application étaient fort élevées. Sur les pêches après six applications, les résidus à la récolte ne dépassent pas 1,5 p.p.m.

Les résidus retrouvés deux à trois semaines après traitement par Brunson et Koblizky varient entre 0,52 et 0,36 p.p.m. sur la pêche.

- Chlorthion (thiophosphate de 0, 0-diméthyl-0-(3-chloro-4-nitrophényl)
- Isochlorthion (thiophosphate de 0, 0-diméthyl (0-4-, chloro-3, nitrophényl) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le *chlorthion* par voie orale pour le rat est de 1 500 mg/kg (Dubois et Coll.). D'après d'autres auteurs (Schrader), elle est de 625 mg/kg.

Pour *l'isochlorthion,* la DL 50 est de 480 mg/kg.

Toxicologie chronique :

Chez des rats soumis à une dose de 50 mg/kg de poids corporel de chlorthion pendant soixante jours, la mortalité n'augmente pas. Par contre, pour des doses de 100 mg/kg, cette mortalité est augmentée de 40 %. Donné dans le régime à raison de 500 p.p.m. pour le rat, le *chlorthion* ne provoque pas de manifestations cliniques ; mais on enregistre une baisse assez nette de la cholinestérase sanguine.

Ces produits sont dans la série des organo-phosphorés parmi les moins toxiques pour l'homme.

Législation :

Le délai réglementaire en France est de quinze jours.

Les résidus :

Après application d'un concentré émulsionnable à 50 % de *chlorthion* à raison de 5 g de matière active par arbre, on trouve sur les cerises, deux semaines après, 0,02 à 0,03 p.p.m. selon les travaux de Dormal.

Pour *l'isochlorthion,* les travaux de Dormal montrent que des dépôts initiaux de 5,36 p.p.m. et de 5,22 p.p.m. se trouvent réduits en treize jours à des taux de 0,04 p.p.m. dans les cerises. Pour les pêches, après traitement par un concentré émulsionnable d'*isochlorthion,* le plus grand taux de résidu que Dormal trouve dans la pulpe du fruit est de 0,11 p.p.m. Par contre, le fruit total ayant un dépôt initial de 5,95 à 6,59 p.p.m. ne conserve qu'un résidu de 0,28 p.p.m. au bout de dix jours ; la pulpe n'en contient alors que 0,01 p.p.m.

- FENTHION OU MERCAPTOPHOS (thiophosphate de 0, 0-diméthyle et de 0-(méthy-3 méthylthio-4 phényle) [19, 39, 92] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 par voie orale chez le rat est de 230 à 250 mg/kg (92).

Toxicologie chronique :

On n'a pas observé de cas de mortalité chez des rats après ingestion de 30 mg/kg d'une émulsion à 50 % de matière active pendant quatorze jours.

Législation :

En France, le délai réglementaire est de quinze jours, sauf pour l'olivier (vingt et un jours).

Les résidus :

Sur cerises, MAIER-BODE [92], douze jours après un traitement avec une solution à 0,25 %, a trouvé 0,05 p.p.m. Au dixième jour, le dépôt initial de 0,46 p.p.m. fut réduit à 0,06 p.p.m. sur des pommes à la suite d'un traitement avec une solution à 0,05 % d'après les résultats de l'Institut Biologique des Usines BAYER. Lors de traitement de pêches avec une solution à 0,05 %, on trouve à l'intérieur des pêches, vingt jours après, 0,1 p.p.m. de *mercaptophos*.

Sur pommes, lors de l'application d'une dose de 6,6 g par arbre, on retrouve selon DORMAL, six semaines après, encore 1,5 p.p.m. dans le fruit.

Mais ce produit donne aussi, rapidement, naissance à des dérivés d'oxydation : *mercaptophos - sulfoxyde, mercaptophos-sulfone,* et probablement *plusieurs dérivés isomères* dus à des actions enzymatiques. Une étude détaillée en est faite dans la revue de protection des Végétaux de la firme BAYER.

- AZINPHOS-ETHYL (dithiophosphate de 0, 0-diéthyle et de S-(oxo-4 dihydro-3, 4 benzotriazine-1, 2, 3, yl-3) méthyle)
- AZINPHOS-MÉTHYL (dithiophosphate de 0, 0-diméthyle et de S-(oxo-4 dihydro-3, 4 benzotriazine-1, 2, 3, yl-3) méthyle) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat par voie orale est de 15 à 20 mg/kg pour l'Azinphos-éthyle, de 15 à 25 mg/kg pour l'Azinphos-méthyle (VALLET).

Chronique :

La dose minimale des deux produits par voie orale qui entraîne chez le rat une diminution de la cholinestérase sanguine et une légère diminution de la croissance, est de 20 p.p.m. dans les aliments pendant deux mois.

Législation :

La dose admise comme résidu aux U.S.A. est de 2 à 5 p.p.m.

En France, le délai réglementaire est de qunize jours.

Les résidus :

Les résidus sur pommes trouvés par DORMAL trois semaines après l'application sont de 0,1 à 0,4 p.p.m.

- TRICHLORFON OU DIPTEREX [(trichloro-2, 2, 2 hydroxy-1 éthyl) phosphonate de diméthyle] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 450 mg/kg (DUBOIS et COTTER).

Toxicologie chronique :

La dose maximale qui ne produit pas de signes pathologiques chez le rat est de 100 p.p.m. dans le régime alimentaire.

Législation :

Aux U.S.A., aucun résidu n'est admis.

En France, le délai légal est de sept jours.

Les résidus :

Les résidus trouvés selon MARTENS sur pêches, épinards, pois, et haricots princesse sont de 0,01 à 0,28 p.p.m. dix jours après traitement.

- DIÉTHION (bis-(dithiophosphate 0, 0-diéthylique) de S, S'-méthylène) :

Toxicologie :

La DL 50 chez le rat est de 36 mg/kg par voie orale (TRUHAUT).

Législation :

Le délai légal à observer en France est de quinze jours.

- DIOXATHION [bis-(dithiophosphate de 0, 0-diéthyle) de S, S'-(dioxane-1, 4 diyle-2, 3)] :

Toxicologie :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 40 à 160 mg/kg (TRUHAUT).

Législation :

Le délai réglementaire en France est de quinze jours.

- CARBOPHÉNOTHION OU TRITHION (dithiophosphate de S-(p-chlorophénylthiométhyle) et de 0, 0-diéthyle) :

Toxicologie :

La DL 50 chez le rat par ingestion est de 28 mg/kg, 60 p.p.m. dans le régime du rat sont sans effet toxique en deux mois (VALLET).

Législation :

Le délai réglementaire en France est de quinze jours.

- TRIMÉTHOATE (0, 0-diéthyl-S-(N-isopropyl-carbamoyl-méthyl) dithiophosphate) :

Toxicologie :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 8 mg/kg (VALLET). Une ingestion quotidienne de 0,5 mg/kg est sans effets pathologiques notables.

Législation :

Le délai réglementaire en France est de quinze jours.

2) Les insectides endothérapiques ou systémiques

Cette série de produits rassemble un certain nombre de composés qui sont doués d'une action bien spéciale. En effet, leur propriété principale est de pouvoir être absorbés par les végétaux, par les feuilles, les tiges, les racines et d'être mis en circulation par la sève. De cette façon, ces produits atteignent une grande partie de la plante et la rendent toxique aux insectes piqueurs, suceurs et rongeurs. HARTLEY a montré avec le *déméton marqué au P32* que ces produits peuvent se concentrer dans les parties de la plante à grand potentiel de croissance et notamment dans les fruits peu avant leur maturation. Il est donc important de considérer avec attention la

question des délais réglementaires, car il faut qu'ils soient suffisamment longs pour permettre l'élimination de ces résidus internes.

On divise ces insecticides en trois groupes :

1° Les systémiques stables, ne subissent pas de modifications dans la plante ;

2° Les systémiques « endolytiques » persistant pour leur plus grande part sous leur forme d'origine active ;

3° Les systémiques « endométatoxiques » qui se transforment en grande partie dans la plante (Le Moan) [99].

De tels produits ne pouvaient manquer de soulever de nombreuses controverses. En effet, pour une bonne partie, il faut avouer notre ignorance quant à savoir ce que deviennent ces produits et les réactions auxquelles ils sont soumis de la part des différents constituants végétaux et notamment des enzymes. Pour certains d'entr'eux, des dérivés ont pu être mis en évidence. *L'énorme importance de ce problème réside dans le fait que dégradation n'est pas toujours synonyme de diminution de toxicité ;* quelquefois même, on a pu être surpris en trouvant des dérivés nettement plus toxiques que le composé mère. Heureusement, ces faits semblent ne pas être fréquents.

Néanmoins, les actions complexes des végétaux sur les pesticides et leurs métabolites posent le problème de la recherche des dérivés de transformation de ces produits, de leur étude toxicologique, analyses d'autant plus complexes que non seulement il est difficile de prévoir ces dérivés mais encore qu'il faut travailler sur des quantités de substances souvent très minimes. Ces faits nécessitent donc des appareils très sensibles et souvent complexes ne pouvant être manipulés que par un personnel spécialisé.

L'emploi de tous ces produits est interdit sur les cultures maraîchères ; une exception : la *phosdrine*.

• Déméton ou Systox :

Le *déméton* est un mélange de 70 % de *thiono* et de 30 % de *thiol du thiophosphate* de *diéthyl* et d'*éthylthioglycol*.

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat par voie orale est de : 75 mg/kg pour le *dérivé thiono ;* 1,5 mg/kg pour le *dérivé thiol* (Schrader).

La DL 50 du mélange est comprise entre 9,4 et 15 mg/kg (Schrader, Metcalf).

La dose mortelle pour l'homme serait située entre 10 et 20 mg/kg de poids corporel.

Toxicologie chronique :

Nourri avec un régime contenant 50 p.p.m. de *déméton*, le rat accuse une nette inhibition de la croissance et une chute de la cholinestérase sanguine très importante. L'inhibition de la croissance apparaît pour des doses de l'ordre de 10 p.p.m. tandis que la chute de la cholinestérase peut s'observer à partir de doses aussi minimes que 1 p.p.m.

Des études expérimentales ont été menées chez des volontaires humains par Upholt et Coll. [48]. Quatorze volontaires mangèrent une pêche tous les jours pendant quatorze jours, puis deux pommes tous les jours pendant quinze jours. Dix d'entre eux mangèrent des fruits traités au *déméton* et quatre servirent de témoin en ne mangeant que des fruits non traités. Le *déméton* fut appliqué vingt et un jours avant la récolte et aux doses recommandées : 0,567 litre d'une solution à 21 % de *déméton* dans 450 litres d'eau.

En outre, huit parmi ces mêmes volontaires mangèrent de trois à dix pêches chacun en un seul jour. Quatre jours plus tard, trois d'entre eux mangèrent douze à treize pêches ; deux autres huit pommes chacun.

Chez aucun des participants, on ne put mettre en évidence une diminution de l'activité cholinestérasique.

Législation :

Aux U.S.A., le taux de résidu admis est de 0,3 à 5 p.p.m. ; le délai de carence conseillé pour les arbres fruitiers est de vingt et un à trente jours et, pour les légumes, de vingt et un à vingt-huit jours.

En France, le délai réglementaire est de vingt et un jours. Ce produit n'est plus utilisé en France.

Les résidus :

Ce produit donne lieu dans les végétaux à un certain nombre de produits de décomposition : *dérivés thiols, thionophosphate, sulfoxydes* divers etc. Toutes ces substances sont des inhibiteurs de la cholinestérase et il y a donc lieu de tenir compte de tous ces dérivés pour l'évaluation de la toxicité des résidus (144). Metcalf et Coll., ont pu, grâce à des éléments radioactifs et des méthodes biologiques, retrouver quatre semaines après l'application de *déméton* à une concentration de 0,025 %, les résidus suivants :

— oranges (jus)	0,013 ppm
— pommes	0,007 ppm
— poires	0,030 ppm
— noix	0,0095 ppm

Truhaut et Viel ont pu mettre en évidence, par les méthodes biologiques dans le cas de pêches traitées un mois avant l'analyse, 1 p.p.m. de *déméton*.

D'après les auteurs américains, dans la pulpe d'orange la moitié des métabolites est détruite en trente jours pour le *dérivé thiol* et en vingt jours pour le *dérivé thiono*. Genderen a trouvé sur les pommes 0,3 p.p.m. de *déméton* à la récolte.

- Déméton-Méthyle ou Métasystox :

Ce produit est un mélange de 70 % du *dérivé thiono* et de 30 % du *dérivé thiol du thiophosphate* de *diméthyl* et d'*éthylthioglycol*.

Toxicologie aiguë :

La DL 50 pour le rat par voie orale est de 40 mg/kg pour le *dérivé thiol ;* 150 mg/kg pour le *dérivé thiono* (Schrader).

La DL 50 du mélange, par voie orale, chez le rat est de 60 mg/kg.

Législation :

Le délai réglementaire, en France, est de vingt et un jours.

- Déméton-Méthyle isomère thiol ou Métaisosystox (isomère thio de 0, 0-diméthyl-éthyl-thioéthyl-thiophosphate) :

Toxicologie :

Comme vue plus haut.

Législation :

Le délai, en France, est de vingt et un jours.

Les résidus :

Les résidus retrouvés par Muhlmann et Tietz respectivement trente et un et cinquante et un jours après application de *metaisosystox,* sont de 0,43 p.p.m. dans les pommes et de 1,30 p.p.m. dans les raisins. Les mêmes auteurs ont trouvé des résidus de l'ordre de 0,01 à 0,10 p.p.m., trente-cinq jours après application sur les haricots, les tomates et les choux. D'après Martens, on retrouve 3,1 p.p.m. sur les cerises quatorze jours après un traitement à raison de 2 litres par arbre d'une bouillie à 0,2 de metaisosystox.

- DIMÉTHOATE OU ROGOR (0, 0-diméthyl-S-(N-méthylcarbamylméthyle)-dithiophosphate) [139] :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 300 à 350 mg/kg de poids corporel [139].

Toxicologie chronique :

A long terme, une dose de 10 mg/kg entraîne une intoxication lente chez le rat, mais la baisse de la cholinestérase apparaît pour des doses de 1 mg/kg.

Législation :

En France, le délai réglementaire est de sept jours, sauf pour l'olivier (vingt et un jours).

Les résidus [139] :

Trente-cinq jours après l'application d'un produit à 0,6 % de matière active, on trouve dans la pomme 0,5 p.p.m. Dans les pêches, douze jours après application d'un produit à 0,15 % et 0,3 %, les résidus retrouvés sont respectivement de 0,6 et 1 p.p.m. Après pulvérisation d'émulsion à 0,2 % de concentré émulsionnable 20 % à raison de 2,5 l par arbre, le dépôt initial sur la prune est de 3,9 p.p.m. ; le résidu au onzième jour est de moins de 0,4 p.p.m.

- SCHRADAN OU OMPA OU PESTOX III (octaméthyl pyrophosphoramide) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat est de 13,5 mg/kg par voie orale (LEHMAN).

Toxicologie chronique :

Chez l'homme, des expériences ont été faites par EDSON [48]. Il soumit 12 sujets, 6 hommes et 6 femmes, à l'ingestion de 1,4 mg par jour de *schradane* dans de l'eau, cinq jours par semaine et pendant quarante-quatre jours. Il n'a pu être mis en évidence de signes cliniques d'intoxication ; mais une baisse lente du taux d'activité de la cholinestérase sanguine fut remarquée après quinze jours d'ingestion. Après dix-huit jours, le taux de cette activité enzymatique était tombé à 80 % des témoins, mais ne descendit, les vingt-six jours suivants, que de 5 %.

Un sujet a absorbé 4,2 mg de *schradane* par jour pendant soixante-quatorze jours. Cette quantité a provoqué au bout de deux mois une

chute nette de la cholinestérase jusqu'à 50 % de l'activité sanguine normale. Le sujet continuait même alors à travailler normalement.

Législation :

Dans la plupart des pays, ce produit a été remplacé par des composés moins toxiques. Il n'est plus commercialisé en France.

Les résidus :

Heath et coll. établissent que ce produit disparaissait plus ou moins vite selon la saison. Au printemps en trente jours, en août et septembre quarante-cinq jours, en hiver très lentement.

Dans les fraises, Ripper a trouvé des taux de 0,3 à 2 p.p.m. respectivement après un délai de cinquante-six et dix-sept jours entre l'application et l'analyse. Après traitement des vignes, 2 p.p.m. furent retrouvés dans les raisins après trois à six jours, 1 p.p.m. après cinquante et un jours. Sur les pommes, 0,2 p.p.m. furent trouvés, d'après Genderen.

Sur les choux de Bruxelles, 4,8 et 0,5 p.p.m. furent retrouvés après des intervalles de sept et cinquante-huit jours.

- Dimefox (oxyde de bis (diméthylamino) fluoro-phosphine) :

Toxicologie aiguë :

Chez le rat la DL 50 par voie orale est de 1 mg/kg (Schrader).

Toxicologie chronique :

Chez le rat, une dose journalière de 0,001 mg/kg provoque une légère diminution de l'activité cholinestérasique.

Chez l'homme, d'après les expérimentations d'Edson, des doses quotidiennes de 0,13 mg (0,002 mg/kg/jour) pendant soixante-dix jours sont sans effets toxiques. A raison de 0,26 mg par jour (0,034 mg/kg/jour) pendant soixante-dix jours, on observe une légère diminution de l'activité cholinestérasique.

Législation :

Le délai réglementaire est de soixante jours en France.

Les résidus :

Couturier, Gusse et Viel, à la suite de traitements effectués quatre mois et demi et sept semaines avant la vendange, trouvent dans les raisins des montants de résidus de 0,05 à 0,28 p.p.m. et 0,04 à 0,1 p.p.m.

- MÉVINPHOS OU PHOSDRINE (diméthoxyphosphoryloxy-3 crotonate de méthyle) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 3 à 4 mg/kg.

Toxicologie chronique :

Une dose quotidienne de 5 p.p.m. dans la nourriture du rat provoquerait une diminution assez rapide de l'activité cholinestérasique.

Législation :

Le délai réglementaire d'utilisation est fixé à sept jours avant la récolte, en France. *C'est le seul insecticide endothérapique autorisé pour les traitements des cultures maraîchères.*

Les résidus :

Les résidus trouvés par DORMAL [39] sont les suivants. Pour les pommes, quatre jours après une application de 0,36 g de matière active par arbre, les résidus sont inférieurs à 0,01 p.p.m. Il en est de même sur les haricots-princesse, les laitues et les épinards quatre jours après des traitements à des doses respectives de 17, 12 et 12 mg/m^2.

D'autres expériences montrent, un jour après traitement aux doses normales, 1 p.p.m. dans les pêches, les épinards, 0,5 p.p.m. dans les pommes et 0,25 p.p.m. dans les tomates.

- PHOSPHAMIDON (phosphate de (chloro-2 diéthylcarbamoyl-2 méthyle-1 vinyle) et de diméthyle) :

Toxicologie aiguë :

La DL 50 chez le rat par voie orale est de 15 mg/kg.

Toxicologie chronique :

Une ingestion d'une dose de 3 mg/kg provoque déjà chez le rat une baisse de la cholinestérase.

Législation :

Le délai réglementaire en France est de vingt et un jours.

Les résidus :

Trois semaines après application, les résidus trouvés par DORMAL [39] pour le *phosphamidon* sont les suivants : laitues traitées à raison

de 20 et 40 mg/m² : 0,1 p.p.m. ; cerises et pommes traitées à raison de 0,8 g par arbre : 0,1 p.p.m.

- ENDOTHION (0, 0-diméthyl-thiolophosphoryl-méthyl-2, méthoxy-5, pyrone-4) :

La DL 50 chez le rat est de 25 mg/kg par voie orale.
Le délai réglementaire est de vingt et un jours en France.

CHAPITRE V

LES FONGICIDES — LES HERBICIDES LES SOLVANTS

Nous ne reviendrons pas sur les composés minéraux dont nous avons étudié la toxicité plus haut (voir p. 43). D'autre part, nous n'insisterons pas sur ce chapitre, car la majorité de ces produits a une toxicité très faible. Certains sont employés en traitement d'hiver et enfin les résidus qu'ils laissent sur les fruits et légumes sont relativement à leur toxicité petits.

Mais il faut bien avouer que si nous disposons de données de toxicité aiguë expérimentale pour certains d'entre eux, nombreux sont les produits de cette catégorie dont la toxicité à longue échéance est encore mal élucidée, et il faudra sans doute attendre les résultats de ces recherches pour pouvoir conclure à leur totale innocuité.

I. — LES FONGICIDES

A) Classification

Parmi les composés minéraux que nous n'avons pas encore étudiés, citons les composés du soufre, qui n'est dangereux que par les vapeurs qu'il dégage. Le permanganate de potassium peut être dangereux pour l'homme, mais à des doses de 10 à 30 g. Pour les fongicides organiques, en voici une revue très rapide selon leur composition.

1) Aldéhyde formique :

N'est dangereux pour l'homme absorbé par voie buccale qu'à des quantités de 10 à 20 ml, ce qui ne peut être qu'accidentel.

2) Dérivés nitrés, chlorés, chloro-nitrés du benzène. Aminés aromatiques :

Tous ces dérivés actuellement utilisés sont relativement assez peu toxiques pour l'homme. A très fortes doses, les *nitrobenzènes* sont méthémoglobinisants ; les doses toxiques pour l'homme sont entre 1 et 10 grammes, par absorption buccale, et proportionnellement moins élevées pour les femmes et les enfants.

3) Les dérivés de la quinoléine :

Les dérivés de la quinoléine utilisés actuellement sont dépourvus de toxicité pour l'homme (dose léthale : 5 à 15 g/kg).

4) Il en est de même pour les dérivés de la glyoxalidine.

5) Les dérivés de la phtalamide et les crotonates :

Dans cette série, il faut ranger le *captane*, le *phaltane*, le *karatane*. Ils semblent peu toxiques pour l'homme ; il faut signaler cependant qu'ils sont légèrement caustiques et irritants pour la peau.

6) Les dérivés de la guanidine :

Utilisés en agriculture actuellement, ils se montrent pratiquement atoxiques pour l'homme.

7) Les dithiocarbamates :

Cette série, avec de nombreux produits très actifs, est relativement peu toxique pour l'homme et remplace peu à peu les *dérivés mercuriels*. *Cuprèbe, ferbame, manèbe, thirame*, etc. ont des toxicités aiguës pour le rat (DL 50) dépassant le gramme par kilogramme de poids. Citons pour le *thirame*, corps très voisin de l'antabuse, sa mauvaise tolérance par les sujets éthyliques ou venant d'absorber de l'alcool. Quant à la toxicité chronique de ces produits, elle est encore mal explorée. Il semblerait que cette série de *dithiocarbamates* donnerait lieu à des troubles du fonctionnement thyroïdien et que certaines réactions enzymatiques (succinoxydase, acétaldéhydoxydase) soient partiellement bloquées par la fonction C S2 de ces composés.

8) Les dérivés des quinones :

Ils ont une action physio-pathologique sur les oxydo-réductions cellulaires tant chez l'homme que chez les plantes. Le chien supporte très bien 1.580 p.p.m. additionné à ses aliments pendant plus d'un an

et aucun effet clinique ni aucune lésion n'ont été révélés. Quant à l'homme, une dose de 4 g *per os* peut être dangereuse et une dose quatre à cinq fois plus grande peut être mortelle.

La toxicité chronique et les résidus de fongicides ont fait l'objet d'études plus restreintes que les autres pesticides. Nous regrettons cette lacune, car il est prouvé que ces produits sont non seulement parmi les plus utilisés, mais sont aussi appliqués le plus près des récoltes.

B) Les résidus

Voici quelques valeurs de résidus de fongicides trouvées lors de traitements expérimentaux effectués à la Station de Recherches de Gembloux (Belgique) [66 *bis*, 100 *bis*, 102 *bis*].

SOUFRE

Sur groseilles a maquereau :

Application par pulvérisation :

	Résidu le 4e jour	*Résidu le 10e jour*
— 3 litres par arbuste de poudre mouillable à 0,5 %	20,6 p.p.m.	9,4 p.p.m.
	Résidu le jour 0	*Résidu le 21e jour*
— 1.000 litres à 0,5 % par ha	10,7 p.p.m.	0,5 p.p.m.

Application par nébulisation :

	Résidu le 4e jour	*Résidu le 10e jour*
— 0,2 litre de poudre mouillable à 5 % par arbuste	16,8 p.p.m.	15,6 p.p.m.
	Résidu le jour 0	*Résidu le 21e jour*
— 250 litres à 2 %	9,5 p.p.m.	0,5 p.p.m.

THIRAME OU T.M.T.D.

a) Sur fraises :

Application par nébulisation :

	Résidu le jour 0	*Résidu le 5e jour*	*Résidu le 14e jour*
20 g/are	2,56 p.p.m.	1,71 p.p.m.	0,31 p.p.m.
40 g/are	5,68 p.p.m.	3,97 p.p.m.	2,35 p.p.m.
80 g/are	12,98 p.p.m.	7,20 p.p.m.	6,16 p.p.m.
150 g/are	22,24 p.p.m.	14,99 p.p.m.	13,00 p.p.m.

Application par pulvérisation :

	Résidu le jour 0	*Résidu le 3e jour*	*Résidu le 14e jour*
20 g/are	2,61 p.p.m.	2,00 p.p.m.	0,00 p.p.m.
40 g/are	7,48 p.p.m.	6,04 p.p.m.	0,25 p.p.m.

b) Sur haricots :

Application par pulvérisation d'une poudre mouillable à la dose de 2,68 g/are de matière active :

— Dépôt initial ..... 2,67 p.p.m.
— Résidu le 14e jour ..... 0,07 p.p.m.

c) Sur groseilles a maquereau :

Application par pulvérisation de 2 litres de poudre mouillable à 0,2 % de T.M.T.D. 80 % :

— Résidu le 4e jour ..... 5,88 p.p.m.
— Résidu le 12e jour ..... 0,28 p.p.m.

Application par nébulisation de 0,2 litre de poudre mouillable à 2 % de T.M.T.D. 80 % par arbuste :

— Résidu le 4e jour ..... 16,41 p.p.m.
— Résidu le 12e jour ..... 4,55 p.p.m.

KARATHANE

Sur groseille a maquereau :

Application par pulvérisation de poudre mouillable à 70 % à la dose de 500 g par ha :

— Dépôt initial ..... 1,4 p.p.m.
— Résidu le 21e jour ..... 0,5 p.p.m.

ZINEB

a) Sur groseilles rouges :

Application par pulvérisation de poudre mouillable à 70 % à la dose de 500 g/ha :

— Dépôt initial ..... 6,41 p.p.m.
— Résidu le 14e jour ..... 0,03 p.p.m.

b) Sur épinards :

Application par pulvérisation d'une poudre mouillable à 70 % de matière active :

	Résidu le 1er jour
1 kg/ha	18 p.p.m.
5 kg/ha	101 p.p.m.
25 kg/ha	570 p.p.m.

II. — LES HERBICIDES

Classification

1) Le sulfanate d'ammonium :

Il est dépourvu de toxicité pour l'homme.

2) Phythormones ou dérivés aryloxy-acides : 2-4-D/ M.C.D.A./M.C.P.P. 245 T, etc. :

Ce n'est qu'absorbés en grandes quantités qu'ils ont une toxicité hémo-musculaire chez l'homme. Certains auteurs ont cependant attiré l'attention sur ces produits qui interviennent directement dans la physiologie des plantes pour en modifier la croissance. Il semble, en effet, probable que ces produits interviendraient dans le végétal, en déviant son métabolisme normal et en donnant naissance à des composés anormaux non dépourvus de toxicité. Certaines études tendraient d'ailleurs à apporter de sérieuses preuves en faveur de cette hypothèse. Là aussi, le peu d'informations dont nous disposons ne permet pas de conclure à une quasi-innocuité de ces produits et des végétaux sur lesquels ils ont été appliqués.

3) Les urées substituées et les dérivés des acides xanthiques :

Font partie de ce groupe toute une série de composés : *diuron, monuron, néburon, fénuron* d'une part, les *éthyl, isopropyl* et *méthyl xanthates de potassium* d'autre part. Tous ces corps semblent être peu toxiques pour l'homme.

Quant à la *thiourée,* elle a expérimentalement des effets antithyroïdiens et provoquerait chez le rat des agranulocytoses et des tumeurs malignes. Elle est interdite en France.

4) Dérivés nitrés, crésols et phénols. C.N.B.P./D.N.O.C./P.C.P./D.N.O.P. :

La dose mortelle totale est de l'ordre de 1 à 3 grammes pour l'homme.

Le *D.N.O.C.* est d'une toxicité très importante et particulièrement pour ceux qui le manipulent, vu son accumulation dans l'organisme.

Le *D.N.O.P.* est aussi très toxique pour l'homme (0,5 à 1 g = dose mortelle).

Ces produits étant surtout utilisés en hiver à cause de leur grande phytotoxicité, ne représentent pas de danger pour le consommateur. Encore est-il que nous citerons les études de toxicité chronique faites pour ces produits qui ont fait apparaître des lésions hépato-rénales chez le rat et que, par conséquent, leur emploi n'est pas dépourvu de danger.

5) Les triazines :

Aminotriazole, atrazine, simazine agissent par inhibition de la formation de la chlorophylle. Bien qu'ils soient à leur état naturel atoxique, il convient ici aussi de se montrer prudent quant à leur action sur les plantes et leur devenir.

6) Les dérivés de l'acide phtalique :

Sont dangereux pour l'utilisateur (dose mortelle = 1 g). Ils ne présentent pas de danger pour le consommateur étant donné leur extrême phytotoxicité qui exclut leur emploi bien avant la récolte.

Quant aux produits assimilés aux *carbowax, boitex,* etc. qui sont utilisés pour « cirer » et recouvrir d'une pellicule protectrice les fruits et agrumes, ils interviennent surtout par le fait qu'ils favorisent la rétention des résidus plus que par leur toxicité propre.

III. — LES SOLVANTS, HUILES, CARBURES

Il s'agit là de toute une série de corps : *hydrocarbures acycliques, cycliques (acétone, benzène, xylène, toluène, sulfure de carbone, les huiles de pétrole, d'anthracène, le kérosène,* etc.), dont la composition exacte parfois, la toxicité chronique souvent, sont encore mal élucidées. Il est cependant prouvé que certains de ces produits ont une action néfaste sur les systèmes nerveux et sanguin, et que notamment les huiles donnent lieu à la formation de lésions à pouvoir cancérogène. Ces problèmes sont extrêmement compliqués et leur toxicité est souvent confondue avec la toxicité des produits auxquels ils servent de vecteur. Aussi est-il très difficile de déterminer exactement la part des choses et il faudra attendre sans doute des études plus poussées pour permettre une interprétation exacte des effets toxiques.

Nous réunissons dans les tableaux ci-après les données de quelques autres pesticides.

NOM	Toxicité aiguë : DL 50 rat v.o. mg/kg	Dose d'apparition premiers symptômes toxiques en ppm	Délai réglementaire en France	
CHLORFENIZON ou PCPPCBS	20-60		7	
FENIZON ou PEPBS			7	
CHLOROBENZILATE	3100		7	
BINAPACRYL			21	
DIMETAN	150	20-50		
ISOLAN	54 d'une sol.20 %		15	Dose mortelle pour l'homme 6 g.
KELTHANE ou dichlorophenyl trichloréthanol	685		15	
NICOTINE	50-60	50	10	"" 1 mg/kg
PYRETHRE et pyrethrines	1500	5000		
ROTENONE	132	5		
SEVIN	500			"" 70 g.

Tableau XV : Données toxicologiques de quelques autres pesticides

Tableau XVI : Données toxicologiques de quelques autres pesticides

	DL. 50 rat - Voie orale	Effet et doses estimées toxiques pour l'homme
CAPTANE	9 g/kg (HOLZ.)	Irritations de la peau
KARATHANE	1,1 g/kg (HOLZ.)	
FERBAME	4 g/kg (KLIMMER)	500 à 5000 mg/kg. Irritations de la peau, des yeux, des muqueuses nasales (GLEASON et Coll.)
THIRAME T.M.T.D.	780 mg/kg (KRISTER)	Irritations de la peau, allergisant (BAER)
ZINEBE	5,2 g/kg (SMITH et Coll.)	5 à 15 g/kg. Irritation de la peau et des muqueuses (GLEASON)
ZIRAME	1,3 à 1,5 mg/kg (GLEASON et Coll.)	50 à 500 mg/kg. Irritations de la peau et des muqueuses (GLEASON et Coll.)
NABAME	395 mg/kg (KAMPMEIER et Coll.)	500 à 5000 mg/kg (GLEASON et Coll.)
DNOC	26 mg/kg (LEHMAN)	Très toxique pour l'homme en inhalation

Tableau XVII : Pesticides dont les résidus ont fait l'objet de la fixation par le comité mixte FAO/OMS (1963) de doses quotidiennes maxima acceptables pour une consommation à long terme chez l'homme (tiré d'un travail de Dormal (39 *bis*)

PESTICIDES	Doses quot.max. acceptables en mg/kg. de poids corporel (a)	Dose quot.max. acceptables pour un adulte de 70 Kg	Conc.max.admissible en ppm dans l'alimentation (b)
AZINPHOS METHYLE	0,0025	0,175	0,44
CAPTANE	0,1	7,0	17,5
CARBARYL	0,02	1,4	3,5
CHLORBENZIDE	0,01	0,70	1,75
CHLORFENIZON	0,01	0,70	1,75
DDT	0,005	0,35	0,87
DEMETON	0,0025	0,175	0,44
DEMETON S METHYL SULFOXYDE	0,0025	0,175	0,44
DIMETHOATE	0,004	0,28	0,7
LINDANE	0,0125	0,875	2,18
MALATHION	0,02	1,4	3,5
METHOXYCHLORE	0,10	7,0	17,5
PARATHION	0,005	0,35	0,87
PARATHION METHYLE	0,01	0,70	1,75
THIRAME	0,025	1,75	4,37

ASPECTS PARTICULIERS DE QUELQUES RISQUES

CHAPITRE I

CONSIDERATION DE QUELQUES ASPECTS DE RISQUES DIVERS

I. — RISQUE LIE AU NON-RESPECT DES DELAIS ET DOSES

Nous avons traité par ailleurs des risques auxquels sont soumis ceux qui manipulent ces produits. Nous allons considérer quelques aspects des risques découlant des résidus que l'on peut trouver dans les aliments.

Dans le chapitre précédent, nous avons vu les résidus qui étaient trouvés dans différents fruits et légumes lors de la récolte après des applications normales, réglementaires et quelques fois expérimentales.

D'autre part, nous avons analysé la toxicité de quelques produits. L'examen de ces différents résultats ne laisse pas de doute. Il est évident que lorsque les produits sont appliqués aux concentrations et avec le délai édictés par les lois françaises, les résidus sont négligeables et leur toxicité pour le consommateur est pratiquement nulle.

Si l'on se fixe comme exigence la limite arbitraire de 0,1 p.p.m. (ce qui est extrêmement faible) et que l'on calcule pour différents pesticides appliqués selon les normes le délai nécessaire entre le traitement et l'atteinte de ce taux de 0,01 p.p.m., on trouve les délais suivants, en jours (*Tableau XVIII*) :

On voit que le taux de 0,1 p.p.m. est souvent atteint avant l'expiration du délai légal. Il est rassurant de voir cet état de faits. Il en va cependant tout autrement lorsque les produits sont appliqués en dépit des recommandations réglementaires. Nous voulons en donner ici quelques exemples, tirés de la littérature et traitant d'intoxications de consommateurs dues à l'irrespect des prescriptions légales.

Rappelons qu'en 1955 un certain nombre d'accidents, notamment à type de désordres gastro-intestinaux, eurent à leur origine la con-

sommation de fruits (pêches en particulier) ou de légumes (melons, tomates, haricots) traités en infraction avec les dispositions légales, avec du *déméton*.

Tableau XVIII : Délai nécessaire en jour pour que les résidus atteignent 0,1 ppm sur quelques fruits et légumes après des applications pratiquées selon les normes (Extrait d'une étude de DORMAL) (33)

Produit	Délai en jours nécessaires						
	Laitue	Epinard	Pois	Haricots	Cerises	Pommes	Pêches
Phosdrine	-	1,5	0	1,5	-	-	-
Dipterex	15	6 à 14	3	2 à 4	-	10	8,5
Parathion	9 à 12	9 à 10,5	0	0 à 5	9	3 à 11	13
Isochlorthion	13	8 à 13,5	0	1 à 6	12,5	7	19
Malathion	4 à 9	7	-	2	-	10 à 11	-
Diazinon	5 à 7	8	-	8	-	3 à 5	-
Thiometon	8 à 14	-	-	8	-	6 à 9	-

En 1931, en recherchant l'origine d'une intoxication collective dans le personnel d'une compagnie de navigation, on découvrit qu'elle était due à l'absorption d'un vin importé par cette compagnie et contenant de 3 à 19 mg d'*arsenic* par litre. D'ailleurs, de telles intoxications et même des intoxications mortelles en Algérie ont été rapportées par LEVALLOIS et IEXI, faits à rapprocher des intoxications observées dans le Beaujolais pendant l'occupation et dues à l'emploi d'*arséniate de chaux* en traitement trop tardifs et favorisés par une sécheresse exceptionnelle entre le traitement et la récolte [146].

GOLDSTEIN, HARDON et BRUNINK rapportent le cas de traitements abusifs au *cuivre* ayant entraîné des résidus de 254 p.p.m. de *cuivre* dans des épinards, des endives et de plus de 345 p.p.m. dans le céleri.

LEMMON a pu observer une intoxication, chez 11 personnes, due à l'absorption de fines herbes. L'enquête révéla qu'elles avaient été traitées à la *nicotine* avec une dose double de celle qui était recommandée et vendue le lendemain. Même deux semaines après, les résidus sur ces fines herbes étaient encore de 69 à 123 p.p.m.

Deux familles ont été empoisonnées par le *toxaphène* après l'absorption de choux. Les résidus y atteignaient 3.315 p.p.m. et, même lorsque les choux furent lavés trois fois de suite, il y restait encore 3.126 p.p.m. de *toxaphène*.

II. — EFFETS DE POTENTIALISATION ET D'ADDITION

Mais un taux nocif de pesticide peut être aussi la suite de traitements tout à fait corrects et obéissant aux normes édictées. En effet, deux facteurs peuvent intervenir dans ce sens, la potentialisation d'un produit par un autre et l'identité de toxicité de deux produits appliqués simultanément.

Dans cet ordre d'idée, Wolfe et coll. [158] nous citent le fait suivant : des pommes ont été traitées avec du *D.D.T.* et du *kelthane*, deux produits qui ont du point de vue toxicologique des effets similaires. En Amérique, la tolérance du *D.D.T.* est de 7 p.p.m., celle du *kelthane* 5 p.p.m. Ces pommes non lavées avaient un résidu de *D.D.T.* de 6,2 p.p.m., ce qui représente 88 % de la tolérance admise. Le *kelthane* était retrouvé à un taux de 2,4 p.p.m., ce qui correspond à 48 % de la tolérance réglementaire. Mais, en fait, en additionnant le pourcentage de 88 + 48, on obtient 136 %, ce qui selon toute évidence dépasse la zone de sécurité.

Quant à la potentialisation des produits, c'est un problème expérimentalement encore mal élucidé. L'*E.P.N.*, par exemple, interviendrait dans la décomposition du *malathion* en inhibant les enzymes s'attaquant à ce composé, ce qui aurait pour effet direct d'augmenter la toxicité du *malathion* [48]. Il serait donc risqué d'appliquer ces deux produits ensemble, autant pour les ouvriers qui sont chargés de la pulvérisation que pour le consommateur.

Tel est aussi le cas de la *phénothiazine* et de ses dérivés qui semblent avoir un effet potentialisateur assez considérable vis-à-vis du *parathion*. La *phénothiazine* est encore employée comme pesticide et elle a pu d'autre part être administrée quelques fois lors d'empoisonnements par le *parathion*. C'est ainsi que, chez le rat, la promazine abaisse de plus de moitié la dose léthale 50 du *parathion*, la chlorpromazine du tiers environ [63]. Quant à l'utilisation de la *phénothiazine* ou de ses dérivés dans les traitements des intoxications, les cas où elle a été employée ont été mortels en grande majorité, sans que l'on puisse pour autant en imputer la cause à ce produit.

III. — SOUILLURES ACCIDENTELLES

Un autre facteur de contamination des fruits et légumes est la souillure possible par des pesticides lors du stockage et du transport. Mais il s'agit là, souvent, d'un fait accidentel, dû à la proximité de toxiques et de denrées alimentaires. L'un de ces accidents a eu des conséquences effrayantes dans les régions de Kerala et Madras, en Inde. En effet, sur le bateau qui s'était chargé du transport de blé destiné à ces régions, se trouvait aussi une cargaison de *parathion*. Par suite d'une fuite, le blé fut fortement contaminé de *parathion* sans que l'on s'en rendît compte ; résultat : 102 morts [81]. Mais il est évident que de tels faits restent accidentels et rares. Néanmoins, il convient d'y prendre garde.

IV. — RISQUE REPRESENTE PAR UNE SENSIBILITE PARTICULIERE DE L'INDIVIDU

Si les résidus que l'on retrouve dans les aliments n'atteignent pas des taux pouvant être toxiques pour un adulte sain, il faut cependant tenir compte des individus qui présentent une moindre résistance vis-à-vis de ces produits.

Dans cet ordre d'idées, il faut considérer les gens âgés, les adultes présentant après maladie un déficit appréciable, enfin les enfants.

Kastli [145] a observé que la croissance des veaux allaités par des vaches nourries avec des fourrages souillés de petites quantités de *D.D.T.*, se trouvait nettement inhibée et que même des accidents nerveux pouvaient apparaître. Toutes choses égales par ailleurs, on ne peut s'empêcher de faire la transposition au domaine humain. En effet, c'est un fait bien connu, tant en médecine qu'en art vétérinaire, que les sujets jeunes sont plus aptes à manifester les effets d'une intoxication, de même qu'ils sont plus enclins à présenter des néoformations et cela à la suite de stimuli nettement plus faibles que ceux qui produisent des effets identiques chez l'adulte sain. On ne peut qu'accorder une extrême importance à ces faits, surtout lorsque l'on sait que Lang [36] a retrouvé du *D.D.T.* dans le lait maternel chez des personnes non exposées à ces produits autrement que par l'ali-

mentation. Il faut remarquer cependant que, pour l'instant, en Angleterre et en Allemagne, la graisse des individus pris au hasard et professionnellement non exposés au *D.D.T.*, contient six fois moins de ce produit que pour les mêmes individus américains (100 à 200 mg de *D.D.T.* par adulte aux Etats-Unis, ce qui correspond à 12 p.p.m. ; en Allemagne, 1,01 à 1,17 p.p.m.).

Un autre point du problème concerne l'allergie [90, 91, 103]. On sait les manifestations de plus en plus nombreuses attribuées à ces phénomènes ; à ce titre, on ne peut les passer sous silence. D'ailleurs, F. et R. Laborie ont montré qu'il existait d'authentiques sensibilisations aux produits phytosanitaires, notamment de la série des fongicides. Ces faits furent observés chez des ouvriers exposés aux produits par leur profession. Néanmoins, comme en ce domaine les questions de doses n'entrent pas en jeu, rien ne prouve que de telles sensibilisations ne puissent aussi apparaître chez le consommateur. Et, dans ce cas, il est permis de se demander si quelques allergies observées, placées sur le compte de tel ou tel fruit ou légume, ne sont pas en réalité dues à des produits phytosanitaires.

V. — DEVENIR DES PRODUITS ABSORBES EFFET DE CUMULATION

Tout en ayant la certitude que la quantité de résidu de divers pesticides que nous absorbons quotidiennement est très insuffisante pour provoquer des symptômes d'intoxications aiguës, la question de savoir ce que deviennent ces produits dans notre organisme s'impose à l'esprit. Nous avons vu quelques expérimentations se rapportant à ce sujet au cours de notre étude des résidus de pesticide et de leur toxicité.

En effet, un grand nombre de produits a une fâcheuse tendance à se fixer dans les tissus riches en graisse et à s'y accumuler. D'après les travaux américains, il ne semble d'ailleurs pas que cette accumulation soit sans limite, mais qu'à partir d'un certain taux, toute quantité ingérée en plus est éliminée directement. La question qui se pose est de savoir si ces accumulations ne pourront pas intervenir à longue échéance dans le déclenchement de phénomènes pathologiques, d'autant plus qu'il n'existe absolument aucune corrélation prévisible entre toxicité aiguë et toxicité chronique.

Il en est ainsi pour le *fluor*. Nous avons en effet vu précédemment que sa toxicité aiguë dépasse largement le gramme. Et cependant, il suffit d'une dose journalière de quelques centigrammes pour provoquer une intoxication chronique, avec lésions osseuses, dentaires et cachexie sévère. Tel est aussi le cas du *D.D.T.* dont la DL 50 par voie orale pour le rat est de 250 mg/kg environ. Or, d'après Glassman et Buchan [145], Lans et coll. [145], il suffit d'une ingestion quotidienne de 5 mg/kg (c'est-à-dire moins de 0,1 mg par jour) chez le rat pour provoquer des lésions hépatiques. Un exemple encore plus frappant est donné par le *bêta H.C.H.*, constituant normal du *H.C.H.* : un rat peut absorber près de 6.000 mg/kg de ce composé sans en mourir. Par contre, il suffit de lui administrer une dose aussi minime que 10 mg par kg de nourriture pour provoquer une intoxication grave au bout de huit à neuf mois, caractérisée, entre autres, par une atteinte hépatique grave : dégénérescence graisseuse, foyer de nécrose, altérations cytologiques diverses, etc. [145].

Quant aux accumulations de produits liposolubles dans les lipides de l'organisme, elles méritent aussi qu'on les prenne en considération. Les pesticides halogénés sont particulièrement aptes à se dissoudre dans les milieux lipidiques ; leur stabilité chimique et leur solubilité pratiquement nulle dans les milieux aqueux interviennent en facilitant leur stockage et en s'opposant à leur élimination. Il ne faut pas oublier que des organes d'une extrême importance biologique, cerveau, foie, cortico-surrénale, contiennent des lipides de constitution, ce qui explique en partie leur grande sensibilité vis-à-vis de ces produits. D'autre part, les produits stockés dans les réserves lipidiques peuvent, à l'occasion de jeûnes ou d'amaigrissements, être libérés en grande quantité et provoquer alors des symptômes d'intoxication. Enfin, il est possible que l'accumulation de ces produits puisse aussi être à l'origine de phénomènes dépassant de beaucoup leur toxicité propre : effets cancérogènes dans des conditions particulières, effets co-cancérogènes, problèmes que nous envisagerons plus loin (voir p. 107).

Pour les produits absorbés par voie orale, il ne faut pas perdre de vue qu'ils sont soumis en grande partie aux fonctions de transformations hépatiques et rénales. On a pu en effet retrouver des métabolites du *D.D.T.*, de la *dieldrine* dans les urines [26, 77], et mesurer ainsi l'exposition des individus. Néanmoins, rien ne prouve que lors de leur passage dans le foie et le rein, ces produits ne provoquent de petites lésions cellulaires. Et, pour petites qu'elles soient, on ne peut admettre de lésions dans des organes d'une telle importance vitale.

VI. — EFFET SUR LA CONSTITUTION DU VEGETAL

On a pu démontrer différentes actions néfastes de produits pesticides sur des constituants alimentaires de première importance [145] :

— action inactivatrice de l'*anhydride sulfureux* vis-à-vis de la vitamine B1 ;
— destruction de la vitamine A et C par les *agents oxydants ;*
— blocage des groupements sulfhydrylés indispensable à certains processus physiologiques, par l'*acide monobromacétique ;*
— transformation de la méthionine, acide aminé essentiel, en bromométhylate sans activité physiologique, par le *bromure de méthyle.*

Il semble pourtant que, dans l'état actuel des choses, vu la quantité des résidus et la détermination du pourcentage de constituants essentiels non détruits, ce problème est loin d'atteindre le point critique où des symptômes de carence pourraient être révélés, dus au seul fait des dépôts et résidus de produits phytosanitaires. L'expérimentation, malgré de longs tests alimentaires, n'a d'ailleurs pas pu mettre en évidence d'effets nocifs.

VII. — EFFETS SUR LE GOUT

Savoir si les produits phytosanitaires interviennent pour modifier le goût des fruits et légumes, est une question assez complexe. L'expérimentation est pratiquée par des sujets experts ou non, par dégustation et appréciation comparative de denrées traitées et non traitées. L'intégration des résultats présente de nombreuses difficultés. Tel est aussi l'avis autorisé de Le Moan et Bailly [99 *bis*].

D'une part, un grand nombre de produits ont été soumis à ces tests avec des fruits et légumes très divers. L'action diffère non seulement selon les produits utilisés, mais aussi selon les végétaux qui servent de substrat. Tel fruit peut, après traitement par un produit donné, accuser un arrière-goût très marqué, alors que le goût d'un autre fruit n'est nullement influencé par ce même produit. Un deuxième point est de préciser l'importance que peuvent avoir la dose, la fréquence et le délai entre le dernier traitement et l'expérimentation. Il semble, en effet, qu'interviennent ici non seulement le taux de résidus au moment de la récolte, mais également certains effets du produit sur la physiologie du végétal.

D'autre part, les différents expérimentateurs se fondent sur des critères divers : absence de goût, adjonction d'un goût étranger, arrière-goût, ou simplement douceur plus ou moins accentuée par rapport au fruits et légumes non traités. Il est évident que la maturité plus ou moins avancée intervient dans le goût pour une large part. Et il est extrêmement difficile de disposer d'échantillons traités et non traités, homogènes du point de vue de la maturité, à la même date ; d'autant plus qu'il est bien connu que la maturité, la couleur, la taille, l'acidité peuvent varier sous l'action de certains produits.

Enfin, le goût est un sens fort subjectif et diffère non seulement selon les individus, mais aussi dans une certaine mesure selon les habitudes alimentaires des pays et des régions. Néanmoins, il n'a guère été possible jusqu'à nos jours d'attribuer le goût à un certain nombre de produits chimiques et d'en formuler une expression numérique. Quoi qu'il en soit, il semble que les corps chimiques qui interviennent dans le goût, souvent à des doses infinitésimales, soient d'un nombre assez considérable pour réfuter toute analyse quantitative.

Dans les travaux que nous avons consultés, les produits le plus souvent incriminés sont les suivants :

— Insecticides : *H.C.H., lindane* toujours. Dans certaines conditions, l'*aldrine*, le *chlorthion*, le *déméton*, le *malathion*, le *parathion*, le *toxaphène* sont capables de modifier le goût de certains fruits ou légumes.

— Il en est de même pour les fongicides : *dérivés des thiocarbamates, zinèbe, thirame, P.C.N.B., captane.*

— Herbicides : *dérivés substitués de l'urée, diuron, néburon, randox, simazine, 2-4-D.*

Ch. Mahoney [153] a publié récemment un recensement des principaux travaux effectués à propos des détériorations de goûts par les pesticides. Il relève 61 produits ayant un effet néfaste. Il déplore que les lots soumis à la dégustation aient été rarement analysés. C'est là un point intéressant. En effet, dans les cas où cette analyse a été pratiquée, on pouvait observer des modifications de goûts, alors même que l'analyse ne permettait pas de déceler des traces de résidus. Il faut donc admettre que ces modifications doivent être attribuées à des changements de la physiologie de la plante sous l'effet du pesticide. Il y a là sans doute des faits échappant encore à l'analyse et dont nous ignorons l'exacte nature.

Cet aspect du problème n'est pas à négliger. Il présente évidemment de très grandes difficultés pour une évaluation objective. Néanmoins, l'homme devant se nourrir, préfère manger des aliments savou-

reux. Le fameux « palais français » en est un bon exemple. L'ère de la pilule n'a, somme toute, que bien peu de partisans. Il est donc souhaitable que les travaux en ce domaine recherchent des critères valables et pouvant être mis en comparaison pour permettre d'éliminer tout produit ayant un effet néfaste manifeste sur la saveur des fruits et légumes.

VIII. — AUTRES EFFETS

Un autre aspect de la toxicité des pesticides se révèle indirectement. Il en est ainsi pour un bon nombre de produits qui ont une toxicité telle qu'il faut interdire l'accès des cultures traitées aux animaux et aux humains pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours, après traitement. Il faut aussi tenir compte des herbages et prairies se trouvant sous le vent lors de l'application. Car, s'il est relativement facile de tenir à l'écart de ces champs traités ou souillés les êtres humains, il en est tout autrement pour les animaux domestiques [121] et surtout pour le gibier.

De telles incidences ont été observées de nombreuses fois. Scarlatescu et coll. [127] ont fait une étude au sujet des faisans et des perdrix. Tout dernièrement, en France, dans le canton d'Estrées Saint-Denis, un certain nombre de lièvres ont été trouvés morts après un traitement par les *colorants nitrés* effectués par avion et hélicoptère.

Une chose plus grave est constituée par le fait que des animaux domestiques entrent en contact et broutent des végétaux souillés par les pesticides. On a pu ainsi démontrer qu'il était possible de retrouver une quantité notable, jusqu'à 3 p.p.m. de *D.D.T.* dans le lait de vaches nourries avec un fourrage qui contenait de 7 à 10 p.p.m. de *D.D.T.* ; le beurre fabriqué avec ce lait en contenait 65 p.p.m.

D'un autre côté, il faut bien avouer que l'application des pesticides et leur entraînement par le vent représentent un risque non négligeable pour la faune. Et si le livre de Rachel Carson, par ailleurs trop souvent dénué d'informations toxicologiques précises, donne une interprétation outrancière des risques pour le consommateur, on ne peut s'empêcher d'être frappé par l'exactitude de son titre quant à la faune sauvage : « Printemps silencieux ». C'est un fait que l'on ne peut se cacher. De nombreuses documentations en font foi. Des poissons pêchés au large des côtes de l'Amérique du Nord, de l'Amérique du Sud et même de l'Asie et de l'Europe peuvent contenir 1 p.p.m. et plus de *D.D.T.* Intéressant est aussi le fait suivant observé

en Californie [55]. A Clear Lake, les eaux contenaient 0,2 p.p.m. d'un pesticide, le *D.D.D. ;* le plancton vivant sur cette eau en contenait 5 p.p.m. Les poissons absorbant ledit plancton concentraient le composé dans leur graisse à des taux de 100 p.p.m. Enfin, des grèbes qui s'étaient nourris de ces poissons en sont morts.

J. Boyer et coll. [11] font remarquer, en France, l'apparition dans l'eau potable de pesticides, que les stations d'épuration n'arrivent pas à éliminer.

Tout ceci montre la complexité du problème posé par les dépôts et résidus de pesticides, et combien il convient d'être extrêmement prudent dans l'interprétation des faits expérimentaux.

Certes, en France, nous n'avons pas encore atteint l'usage intensif en vigueur dans certains pays. Néanmoins, il faut pousser les études toxicologiques et de résidu plus avant, pour se prémunir efficacement et posséder toutes les garanties valables pour la santé des consommateurs.

CHAPITRE II

PROBLEME PARTICULIER POSE PAR L'USAGE DES ANTIBIOTIQUES

Bien que ce problème paraisse de moindre importance vu l'emploi très large des antibiotiques en thérapeutique humaine et la connaissance approfondie de leurs effets secondaires, il convient cependant de l'analyser.

En effet, un bon nombre de ces antibiotiques a trouvé un grand essor tant dans l'élevage, dans l'art vétérinaire qu'en agriculture et même dans la pêche. Employés ici comme antibactériens, ils sont utilisés ailleurs comme activateurs de croissance et, en ce qui concerne l'objet de cette étude, comme conservateur des fruits et légumes pour éviter le brunissement notamment. Leur utilisation comme conservateur des aliments est interdit en France, sauf autorisation spéciale.

Les antifongiques de ces dernières années : *nistatine, griséofulvine,* ont eux aussi trouvé des applications en agriculture en tant que fongicides.

L'étendue de leur usage est telle que, dans certains pays où leur emploi est réalisé sur une échelle qui n'a rien de comparable avec le nôtre, peu d'aliments ont la chance d'échapper à la contamination par des traces d'antibiotiques. Les plus utilisés sont les produits suivants : *pénicilline, streptomycine, terramycine, auréomycine, néomycine, oléandomycine, novobiocine.*

Dans les cultures des fruits et légumes, sont surtout employées : *la streptomycine, l'agrimycine* (*terramycine* + *streptomycine*), *la rhimicidine, la griséofulvine, la cycloheximide, la nistatine.*

Leur utilisation comme produit phytosanitaire est très restreinte en France.

La recherche des résidus dans les aliments constitue par elle-même un problème difficile à résoudre.

D'une part, certains produits sont rapidement hydrolysés et un grand nombre de germes sont pourvus d'enzymes s'attaquant à certains antibiotiques (*pénicilline*). Ces corps sont donc partiellement détruits ou métabolisés dans ou sur les substrats où ils ont été appliqués. Et il faut bien avouer qu'à l'heure actuelle, nous connaissons très peu les corps résultant de ces dégradations ; aussi est-il très difficile de donner une réponse à la question de savoir si, par décomposition ou par métabolisme, ces antibiotiques peuvent donner ou non naissance à des corps ayant une potentialité de toxicité aiguë ou chronique, voire une aptitude cancérogène.

D'autre part, quant aux dosages eux-mêmes, ils sont faits soit par des méthodes de chromatographie en phase gazeuse, soit par des méthodes d'organisme-test. Ce dernier procédé, pour précis qu'il soit, n'en possède pas moins un important écueil : à savoir qu'il ne détecte que des antibiotiques physiologiquement actifs. Rien ne prouve, lorsque cette méthode démontre l'absence d'antibiotiques ou leur présence en faible quantité dans un aliment, qu'il n'en persiste pas, néanmoins, sous forme combinée, inactive ou partiellement décomposée, en quantité plus ou moins importante.

EFFETS POSSIBLES AU NIVEAU DU CONSOMMATEUR

1) Toxicité

Le risque de ce point de vue est petit, non négligeable cependant. En effet, les quantités d'antibiotiques absorbés en tant que résidu sont très éloignées des doses thérapeutiques constamment utilisées. Mais il semble que ce soit un facteur dont il faille tenir compte quand il s'agit de certains antibiotiques, telle la *chloromycétine* et la majorité des sulfamides. Il est connu que leur toxicité vis-à-vis des cellules sanguines est plus marquée lorsqu'on les administre à petites doses souvent répétées qu'à doses thérapeutiques et limitées à un certain nombre de jours.

2) Allergie

Si l'apparition des antibiotiques a permis ces dernières décades de faire reculer les maladies infectieuses et de diminuer extraordinairement la mortalité, par contre les maladies allergiques ont connu

un net développement. Les conditions de la vie moderne, les innombrables produits synthétiques de tous ordres sont autant de facteurs ayant contribué à cet essor. Et il est permis de se demander si la persistance dans les aliments d'antibiotiques réputés allergisants et leur ingestion répétée en petites quantités, ne sont pas à l'origine de certaines réactions allergiques observées de plus en plus fréquemment.

Il faut noter à ce sujet qu'il y a là un risque double : d'une part, de sensibiliser des individus à des substances avec lesquelles ils n'ont pas été en contact précédemment, et d'autre part, de provoquer des accidents ou simplement des manifestations d'ordre allergique chez les sujets déjà sensibilisés à ces substances. SIMMERMANN, et VICKERS et coll. [43] ont pu voir des dermatoses aiguës et des cas d'urticaire après absorption de lait et de produits laitiers contenant de faibles quantités de *pénicilline*. La fréquence de tels résidus est une chose reconnue dans le lait [6]. Il ne faut pas non plus oublier que cet antibiotique et d'autres sont aussi utilisés dans la conservation des fruits et légumes à l'étranger.

3) Création de souches résistantes

Depuis l'introduction des antibiotiques en thérapeutique, les bactériologues n'ont cessé d'insister sur les modalités de leur emploi : usage d'un antibiotique efficace à des doses suffisantes et pendant un temps assez long ; et cela pour éviter, autant que faire se peut, la création de souches résistantes. Or, lors de l'emploi des antibiotiques en agriculture dans la culture des fruits, des légumes et par la suite pour leur conservation, ces notions sont extrêmement difficiles à préciser. L'antibiotique peut donc créer des souches résistantes non seulement sur ou dans les substrats où il a été appliqué, mais encore sur ou dans les milieux qui entrent en contact avec une infime partie de ces antibiotiques.

4) Flore intestinale

Les troubles digestifs déclenchés lors des traitements antibiotiques sont bien connus. En effet, introduits même en petites quantités, les antibiotiques provoquent un profond remaniement de la flore intestinale, sélectionnant certains germes aux dépens d'autres. Or, la prolifération d'un germe saprophyte, non pathogène, et même bénéfique en petit nombre, peut déclencher des phénomènes pathologiques. Mais en outre (fait beaucoup plus grave), étant donné que ces germes

ont été assidûment fréquentés par un certain nombre d'antibiotiques, ils ont certainement eu le temps et la potentialité de se créer une résistance assez solide vis-à-vis d'eux.

Un deuxième point est fort important. La multitude de germes qui pullulent dans le tractus digestif ne préside pas seulement à la prédigestion d'un bon nombre d'aliments que nous absorbons, mais est aussi l'origine de cette étonnante et bénéfique entéro-synthèse des vitamines du groupe B notamment. Et effectivement, ces carences vitaminiques ne sont pas rares lors des traitements antibiotiques.

La conclusion s'impose d'elle-même. Les antibiotiques sont entre nos mains une arme redoutable en face des maladies infectieuses. Il est donc utile pour que leur efficacité soit préservée et pour garantir la santé du consommateur, que leur emploi en phytopharmacie soit fait avec réserve, en sorte que les résidus dans nos aliments soient réduits au minimum et même totalement exclus. A ce sujet, il serait intéressant d'interdire l'emploi d'un certain nombre d'antibiotiques en dehors de la thérapeutique humaine, ce qui, le cas échéant, nous garantirait contre des infections à germes devenus résistants par ailleurs. Notre Maître H. Gounelle [*72 bis*] vient d'attirer l'attention de l'Académie de Médecine sur cette question, dans une communication qui a eu un retentissement certain et aura assurément certains prolongements heureux.

CHAPITRE III

RISQUES DE CANCERISATION POUVANT RESULTER DE LA PRESENCE DE RESIDUS DANS LES FRUITS ET LEGUMES

L'augmentation sans cesse croissante de produits chimiques de synthèse et les résultats obtenus par certains chercheurs lors d'expérimentations animales, nous amènent à envisager ce problème.

DRUCKREY et KUPFMULLER [143] ont étudié l'activité cancérogène du *p-diméthylaminoazobenzène*, un colorant azoïque, sur le rat. Recherchant la dose nécessaire à l'obtention de tumeurs, ils se sont rendus compte que leur apparition était quasi constante, quelle que soit la dose journalière administrée. Seule, varie, en fonction de cette dose, le temps d'apparition, comme le montre le tableau ci-après :

Tableau XIX : Activité cancérogène du P-diméthylaminozobenzène en fonction de la dose chez le rat (d'après TRUHAUT) (143)

Dose journalière	Délai d'apparition d'hépatomes (en jours)	Dose totale	Nombre de rats
0,1	pas de tumeurs		155
0,3	pas de tumeurs		148
1	700	700	169
3	350	1050	70
5	190	950	70
6	167	1000	145
10	95	950	30
20	52	1040	15
30	34	1020	30

La dose totale varie évidemment avec la souche de rat utilisée.

« *On est ainsi conduit à admettre cette notion,* a priori *paradoxale, que les effets de chaque dose isolée s'ajoutent, sans aucune perte pendant toute la vie de l'animal quel que soit le jeu des éliminations. Il y aurait sommation totale d'effets absolument irréversibles.* » (TRUHAUT.)

DRUCKREY admet que c'est là une caractéristique de l'action des substances cancérigènes.

En effet, tel n'est pas le cas des produits simplement toxiques dont l'action est généralement réversible dès qu'on en arrête l'administration et cela du fait de l'élimination. Leur manifestation toxique diminue au fur et à mesure que leur concentration baisse au niveau des récepteurs et disparaît quand celle-ci devient nulle. On peut donc, en fonction de la vitesse d'élimination, fixer une dose d'absorption X, inférieure au taux d'élimination, et considérer que cette dose est inoffensive. Pour les substances cancérogènes, une quantité, si minime soit-elle, laisse une trace de son passage dans l'organisme, même si elle est éliminée par la suite.

Les expériences plus récentes de DRUCKREY et coll. montrent un fait encore plus grave [99]. Les résultats de ces travaux, groupés dans les tableaux ci-après, permettent de constater que, pour les produits utilisés, la dose totale entraînant l'apparition du cancer est plus petite lorsque l'on diminue la fraction journalière de produit administrée (*Tableaux XX* et *XXI*).

Tableau XX : Relation entre la dose et l'effet dans la production de cancer du conduit auditif par le *p. diméthylaminotilbène* chez le rat (d'après LE MOAN) (99)

Dose journalière mg/kg de poids corporel	Temps nécessaire à l'apparition des tumeurs chez 50 % des animaux en jours	Dose totale nécessaire pour provoquer des tumeurs chez 50 % des animaux (en mg/kg de poids corporel)
3,4	250	852
2,0	342	685
1,0	407	407
0,5	560	280
0,28	607	170
0,2	675	135
0,1	900	90

Tableau XXI : Relation entre l'apparition de cancers hépatiques par la *N. N-diéthylnitrosamine* et la dose journalière chez le rat (d'après Le Moan) (99)

Dose journalière (mg/kg)	Nombre d'animaux survivants lors de l'apparition de la première tumeur	Nombre de cancers	Temps nécessaire à l'apparition des tumeurs chez 50 % des animaux en jours	Dose totale nécessaire pour provoquer des tumeurs chez 50 % des animaux (en mg/kg)
9,6	25	25	104	963
4,8	25	25	137	660
2,4	34	34	192	460
1,2	36	36	238	285
0,6	50	49	353	213
0,3	68	67	497	137

Shear, Dobrowolskaiaz-Adskaia, Roussy et Guérin [143] ont montré le seuil d'action très bas de composés tels que les hydrocarbures polycycliques et de leurs analogues hétérocycliques comme les benzacridines angulaires. D'autre part, rien ne permet d'exclure *a priori,* comme le fait remarquer Truhaut [143], la possibilité d'existence de sommations d'effets cancérogènes d'origines différentes.

Ces considérations ne manquent pas d'attirer l'attention sur les résidus de pesticides que nous absorbons en très petites quantités par notre alimentation, mais cela durant toute notre existence. Il importe donc, à un plus haut point, d'étudier avec attention les produits phytosanitaires sous cet angle et de proscrire de notre alimentation tout produit qui aurait manifesté de telles propriétés. Et, de par là-même, il faudra en interdire l'usage agricole. En effet, on a tendance à accorder à l'absence de toxicité aiguë une importance prépondérante. Et pourtant, les tests d'ingestion à long terme ont une importance capitale et souvent sans aucun rapport avec la toxicité aiguë.

L'*aramite,* un acaricide, fut employé aux Etats-Unis pendant plus de huit ans et la dose tolérée dans les aliments était fixée à 1 p.p.m. On démontra, en 1960, que des doses de 5.000 p.p.m. provoquaient des hépatomes et des cholangiomes chez le rat. De même, quarante-six mois après avoir terminé l'expérimentation sur des chiens avec des conclusions d'innocuité, lors de décès ou de dissection, on s'aperçut que 15 des 19 chiens qui avaient reçu dans leur nourriture de 500 à 1.429 p.p.m. d'aramite, étaient porteurs de carcinomes des voies biliaires.

L'*acétylamino-2-fluorène* a été reconnu doué d'une haute activité cancérigène quand il fut préconisé comme insecticide.

Ces produits n'ont pas été commercialisés en France.

Mais d'autres insecticides encore utilisés à l'heure actuelle sur une grande échelle, pourraient éventuellement manifester des propriétés cancérigènes.

Il s'agit tout d'abord de *dérivés arsenicaux*. D'ailleurs, dès 1820, Paris avait signalé des cancers localsiés au scrotum, puis des cancers de la peau et des poumons chez des ouvriers de certaines fonderies de Cornouaille et du Pays de Galles, qui étaient en contact continuel avec des minerais arsenicaux.

Le fait devient bien connu par la suite : on a pu observer des cancers cutanés chez des personnes longtemps soumises à un traitement par des médicaments arsenicaux par voie buccale ; ceci s'expliquant par le fait que ce métalloïde s'élimine par la peau. Des cancers du poumon ont été observés avec certains dérivés arsenicaux doués d'une grande volatilité.

Bourdin et Saracino ont encore rapporté dernièrement un cas clinique d'épithélioma cutané dû à l'arsenic et insistent sur l'importance des petites doses longtemps répétées.

Arguelo et coll. ont procédé à une étude systématique des modalités d'apparition et des lésions dites pré-cancéreuses dans la population d'une région d'Argentine où les *produits arsenicaux* sont d'un emploi très courant.

Et pourtant, en ce qui concerne l'expérimentation animale avec les dérivés arsenicaux en vue de la reproduction de cancers, les résultats furent plutôt décevants. Mais Askanzy a pu en observer chez le rat, Cholewa chez la souris après une administration prolongée *per os*. En revanche, de nombreuses recherches faites avec plusieurs dérivés ont abouti à des résultats négatifs ou peu probants.

La législation française a sans doute interdit l'utilisation des *arséniates de calcium* dans la lutte contre le ver de la grappe. Faut-il encore se prémunir de façon efficace pour éviter tout traitement tardif par les autres arsenicaux, surtout dans les régions à climat sec, car on ne peut admettre des résidus de ces composés dans notre alimentation.

Citons encore les *dérivés du sélénium* qui, dans certaines conditions, ont pu faire apparaître des néoformations.

Nelson, Fitzugh et Calvery ont observé chez le rat, après un régime contenant de 10 à 40 p.p.m. de sélénium, des hépatomes. Des doses de l'ordre de 3 p.p.m. dans les mêmes conditions font apparaître des lésions de cirrhose.

Parmi les nouveaux insecticides, un certain nombre furent aussi soumis à ces tests expérimentaux. Le *D.D.T.* ne montre aucune action cancérogène sur de nombreux animaux, ni sur le singe selon les travaux récents de DURHAM et coll.

MAIER-BODE ne trouva aucune différence de stockage de *D.D.T.*, ou de son produit de métabolisme le *D.D.E.*, chez des personnes étant les unes mortes de mort naturelle, les autres de cancer.

Le *H.C.H., ses différents isomères,* le *lindane* ont donné des résultats négatifs. On a pu cependant observer, après des administrations prolongées chez le rat, des lésions à type de nécrose et des surcharges graisseuses du foie, l'*isomère β* se montrant à ce point de vue le plus actif.

FITZHUGH étudia le pouvoir cancérogène de l'*aldrine* et de la *dieldrine* sur des souris nourries pendant deux ans avec des régimes contenant 10 p.p.m. de l'un ou de l'autre de ces composés. On découvrit des hépatomes chez 38 des 215 souris nourries avec un régime contenant de la *dieldrine,* et chez 9 des 217 animaux témoins. Cependant, ces tumeurs ne montraient pas histologiquement des caractères de malignité et aucune métastase ne fut trouvée. L'auteur conclut donc au fait que ces produits sont tumorogènes, mais ne peuvent être considérés comme cancérogènes.

Pour d'autres pesticides, le *fluorure de sodium,* la *nicotine,* le *dinitro-2-40-crésol,* la *phénothiazine,* les résultats des recherches ont été négatives.

Pour les fongicides, certains auteurs auraient observé des tumeurs du poumon dues à des produits de la série des *thiocarbamates.*

La *thioacétamide,* et la *thiourée* utilisée autrefois pour empêcher la pourriture des oranges et passant par suite dans les sucs fournis par ces agrumes, ont été expérimentées par FITZHUGH et NELSON, PURVES et GRIESBACH, enfin ROSIN et RACHMILEWITZ. Tous ces auteurs ont pu observer chez le rat la formation de tumeurs, cancer du foie, tumeurs de la thyroïde, tumeurs du museau.

L'*α-naphtyl-thiourée,* le *sulfate de cuivre,* le *pentachlorophénol* ont donné des résultats négatifs.

Le groupe des substances communément appelées phyto-hormones ou hormones végétales a été le sujet d'expérimentations très poussées, car certaines d'entre elles pouvaient donner lieu à des tumeurs chez les végétaux. Et cependant, le *2-4-D,* l'*α-naphtyl-acétique* ont donné des résultats totalement négatifs.

A côté de ces actions directement cancérogènes, TRUHAUT a attiré depuis de nombreuses années l'attention sur des produits chimiques ayant des effets favorisants vis-à-vis de la cancérisation par

des substances non cancérogènes par elles-mêmes. Dans cet ordre d'idées, KOTIN et coll. ont montré que les essences de pétrole pouvaient favoriser l'action cancérogène pulmonaire des suies industrielles, en libérant par « élution » les hydrocarbures polycycliques qui sont les principes actifs de ces derniers.

SETALA a pu montrer d'autre part l'apparition de tumeurs de l'estomac après administration de doses relativement faibles de *diméthyl-benzanthracène* en leur associant des *polyoxyéthylènes-glycols* (carbowaxes).

Le fait que l'ingestion de substances reconnues par ailleurs cancérogènes ne provoque pas de tumeurs, est expliqué par leur peu de résorption. Et l'on peut se demander si l'adjonction à ces substances de produits susceptibles de favoriser l'absorption (agents tensio-actifs, alcool, etc.) ne provoquerait pas alors l'apparition de cancers.

Subséquemment, il n'est pas douteux, et nous le remarquons une fois de plus, que les substances associées aux pesticides dans les différentes préparations et puis dans les formulations encore plus diverses, en tant que solvants, substances de charge, adhésifs, etc., ne sont pas à négliger, et qu'il importe de les étudier non seulement séparément, mais aussi en mélange avec les produits pour lesquels ils sont appelés à servir de vecteur.

De ce point de vue, les *huiles lourdes de pétrole*, les *huiles anthracéniques* peuvent contenir des carbures polycycliques cancérogènes, mais étant donné leur utilisation uniquement pour les traitements d'hiver, le danger pour le consommateur est pratiquement nul.

Les conclusions que l'on peut tirer de ces faits rapidement passés en revue, sont claires. Il ne faut accepter les nouvelles spécialités qu'avec beaucoup de circonspection et après des études de toxicologie très poussées.

Il ne faut pas perdre de vue l'énorme différence des réactions d'organismes d'un groupe animal à un autre ; et il convient de prêter la plus grande attention aux extrapolations expérimentales si nous voulons épargner à l'homme la triste perspective de servir de cobaye.

LES RESIDUS DE PESTICIDES ET LEURS EFFETS DANS LES PRODUITS CONSERVES PAR L'APPERTISATION

LES RESIDUS DE PESTICIDES ET LEURS EFFETS DANS LES PRODUITS CONSERVES PAR L'APPERTISATION

Il importe de ne pas négliger cet aspect du problème et pour plusieurs raisons.

D'abord, et c'est un fait bien connu, la vie moderne des centres urbains est toujours à la recherche de gain de temps. Cet avantage explique la faveur de plus en plus grande des conserves, rapides à préparer culinairement, et qui de ce fait prennent de plus en plus d'importance dans l'alimentation quotidienne.

Il importe donc de rechercher ce que deviennent les résidus de pesticides sur les fruits et légumes lorsqu'ils sont soumis aux différentes phases qui composent l'appertisation. L'on sait, en effet, que la mise en boîte de fruits ou légumes réclame des soins tout particuliers pour permettre de trouver, après un délai plus ou moins prolongé, une denrée appétissante se rapprochant le plus possible des préparations culinaires effectuées à partir de produits frais. Les méthodes, les techniques qui permettent d'atteindre ce but reposent toutes sur certains principes essentiels dont nous envisagerons les effets. *A priori,* il n'est pas douteux que tous les temps techniques de l'opération : lavage, épluchage, stérilisation, etc., réalisés avec soin, doivent exercer un effet non négligeable sur les résidus. Lors des processus d'appertisation, il n'est pas exclu que par suite de réactions chimiques dues aux hautes températures, ces produits puissent donner naissance à des substances de dégradation dont il convient d'étudier l'éventuelle toxicité. Il importe aussi de vérifier si de tels résidus n'exercent pas d'action plus ou moins néfaste vis-à-vis des récipients.

Nous n'envisagerons pas ici le cas des boissons, tels que vins, liqueurs, jus de fruits fermentés ou gazéifiés, etc., qui par une préparation souvent industrielle et faisant parfois intervenir certains additifs qui n'ont rien de comparable avec les reliquats de pesticides, posent pour eux-mêmes des problèmes particuliers qui se situent hors du cadre de notre étude actuelle.

I. — EFFETS DE L'EPLUCHAGE ET DU GRATTAGE

Il est évident que l'épluchage et le grattage enlèvent en totalité les résidus de surface. Ils enlèvent aussi les résidus de produits qui se sont dissous dans la cuticule cireuse à la faveur de leur liposolubilité ou qui, par effraction de cette cuticule, ont pu pénétrer sur une petite profondeur dans le fruit ou le légume. Epluchage et grattage se révèlent donc toujours bénéfiques en faisant disparaître une part importante du résidu total.

II. — EFFETS DU LAVAGE

L'élimination des résidus par lavage dépend d'un certain nombre de facteurs : nature de la surface du végétal, propriétés chimico-physiques du pesticide appliqué, formulation employée, méthodes de lavage utilisées. Les problèmes rencontrés ici sont, à peu de choses près, identiques à ceux que nous avons vus plus haut (p. 27) concernant la persistance des dépôts initiaux et la dégradation des résidus.

Pour les fruits et légumes dont la pelure est difficilement mouillable, le lavage à l'eau pure n'a qu'une action relative. Il en est de même lorsque les formulations utilisées sont à base d'*huiles minérales* et de *kérosène ;* d'ailleurs, GUNTHER et coll. ont montré que les produits appliqués dans de telles conditions avaient la faculté de pénétrer dans la pulpe des fruits, laissant ainsi un résidu interne qui échappe au lavage.

Il faut aussi rappeler que pour permettre une conservation plus longue, on recouvre certains fruits et légumes d'une mince pellicule de cire : de tels procédés mettent évidemment les résidus de surface à l'abri des eaux de lavage.

Ces particularités mises à part, le lavage ne constitue pas moins un procédé efficace pour réduire dans des proportions notables les résidus de surface. Le plus clair est d'apporter quelques exemples recueillis dans la littérature.

Les études faites pour les résidus de *D.D.T.* sur pommes par WOLFE et coll. [158] avec un appareillage de lavage par eau pure et pouvant être équipé avec des brosses, donne les résultats suivants :

Tableau XXII : Effets du lavage sur les résidus de DDT

Pommes	Non lavées	Lavées sans brosses	Lavées avec brosses
Limite des résidus :	9,0 - 12,3 ppm	2,7 - 3,1	3,4 - 4,9
- moyenne	10,6	2,8	4,0
	5,4 - 6,2	2,0 - 3,7	2,6 - 4,5
- moyenne	5,9	2,7	3,8
	2,0 - 2,6	1,1 - 1,3	1,2 - 1,4
- moyenne	2,4	1,2	1,3
Moyenne générale	2,0 - 12,3	1,1 - 3,7	1,2 - 4,9
	6,3 ± 1,0	2,2 ± 0,3	2,9 ± 0,5

Tableau XXIII : Effets du lavage sur les résidus du malathion. Là encore l'action du lavage s'avère remarquable

Légume	Nombre d'heures entre application et récolte	Formulation	Non lavées	Lavées 30"	Lavées 60"
Chou	1	a) En brouillard à 4 %	16,40	0,20	0,20
		b) Produit concentré émulsifiable à 50 %	11,91	0,94	0,34
		c) Poudre mouillable à 25 %	19,71	4,20	0,69
Laitue	1	a) id.	14,69	1,17	0,67
		b) id.	16,51	2,55	0,61
		c) id.	17,70	1,77	1,24
	24	a) id.	2,60	0,48	0,38
		b) id.	4,59	1,24	0,36
		c) id.	3,64	1,03	0,58
Haricots	1	a) id.	3,23	0,34	0,15
		b) id.	6,98	0,60	0,53
		c) id.	8,63	0,53	0,48
	14	a) id.	0,15	0,00	0,00
		b) id.	0,83	0,19	0,00
		c) id.	1,88	traces	traces
Tomates	1	a) id.	1,80	0,11	0,18
		b) id.	1,30	0,10	0,13
		c) id.	3,50	0,20	0,28

Le fait que l'appareillage comportant des brosses enlève moins de *D.D.T.* est mis sur le compte de l'encrassement rapide de celles-ci. GUNTHER et coll. [144] ont adjoint à l'eau de lavage différents agents détersifs : silicate de sodium, phosphate trisodique, carbonate de sodium... Par ces méthodes, des résidus de 3,3 à 9,5 p.p.m. de *D.D.T.* sur les pommes peuvent être réduits de 82 à 98 %. Les résultats sont donc excellents.

Pour le *malathion,* SMITH et coll. [42] ont étudié les effets du lavage sur différents légumes après des applications sous diverses formulations. Voici leurs résultats :

Pour le *parathion,* des observations ont été faites par MARTENS et coll. [101] après des applications de concentré émulsionnable à 25 % sur les épinards. Le lavage est effectué soit à l'eau pure, soit avec de l'eau additionnée d'un détergent organique, dans un récipient contenant un agitateur tournant en sens inverse de la rotation du récipient. Trois lavages successifs sont effectués : soit trois fois trente secondes, soit trois fois une minute. Les résultats obtenus sont les suivants (*Tableau XXIV*).

Des essais sont également faits après application de poudre mouillable (*Tableau XXV*).

L'auteur conclut que la quantité de *parathion* pouvant être enlevée par lavage est relativement petite.

Ces mêmes auteurs ont pratiqué des expériences similaires après application de *zinebe* (*Tableau XXVI*).

Il n'en est plus de même avec le *zinebe* pour lequel on constate que le simple lavage est capable d'éliminer 90 % et davantage de résidu.

VIEL [143] traite des tomates au *soufre mouillable* et trouve, quatre jours après, des résidus se montant à 14 p.p.m. de soufre. Après lavage à l'eau par jet, les résidus baissent jusqu'à 1.8 p.p.m.

Pour le *thirame* appliqué sous forme de poudre mouillable sur la fraise, il suffit, d'après DORMAL, pour éliminer de 60 à 100 % des résidus, de les faire tremper dans l'eau pendant une minute [36].

En conclusion des effets du lavage, il convient de noter plusieurs faits :

1° La quantité de résidu enlevée par lavage dépend :

— de la nature de la surface du fruit ou du légume ;

— du produit employé et de sa formulation ;

— de l'emploi d'eau pure ou additionnée de détersif ou de détergent.

Tableau XXIV : Effets du lavage sur les résidus de parathion après application sous forme de concentré émulsionnable

	Taux de rétention en % calculé en matière sèche
Lavés à l'eau	
3 fois 30 secondes	71 %
3 fois 1 minute	85,5 %
Lavés à l'eau + détergent	
3 fois 30 secondes	82,1 %
3 fois 1 minute	100 %

Tableau XXV : Effets du lavage sur les résidus de parathion après application sous forme de poudre mouillable

	Taux de rétention en % calculé en matière sèche
Lavés à l'eau	
3 fois 30 secondes	100 %
3 fois 1 minute	90 %
Lavés à l'eau + détergent	
3 fois 30 secondes	90,2 %
3 fois 1 minute	74,20 %

Tableau XXVI : Effets du lavage sur les résidus de zinèbe

	Taux de rétention en % calculé en matière sèche
Lavés à l'eau	
3 fois 30 secondes	11,6 %
3 fois 1 minute	11,9 %
Lavés à l'eau + détergent	
3 fois 30 secondes	9,7 %
3 fois 1 minute	7 %

2° Une légère augmentation de la température de l'eau de lavage a souvent un effet très net sur l'accroissement des quantités de résidus éliminés.

3° Les résidus sont d'autant plus difficiles à éliminer par lavage que la date du traitement est lointaine et, de ce fait, que la pénétration du produit dans le fruit est plus grande. Dans un même ordre d'idées, il est illusoire de vouloir enlever par lavage des résidus de produits qui ont la faculté de pénétrer aisément dans la cuticule, sous l'effet de leur liposolubilité.

Dormal [35] a observé par exemple qu'un traitement par le *parathion,* le *chlorthion* et l'*isochlorthion,* sous forme d'émulsion sur cerises suivie trois heures après par une précipitation, donnait des taux de résidus identiques à ceux qu'on trouvait sur des cerises traitées mais non exposées à la pluie. L'auteur en conclut que ce laps de temps est suffisant pour que ces produits pénètrent dans le fruit et qu'ainsi la pluie ne puisse en rien diminuer les résidus. Il en est évidemment de même pour tous les produits systémiques.

4° Il n'en reste pas moins que le lavage constitue une opération remarquable, jamais inutile et souvent très efficace, susceptible pour certains fruits et légumes et certains pesticides d'éliminer les résidus presque en totalité.

III. — EFFETS DU BLANCHIMENT ET DE LA STERILISATION

Pour analyser les effets de ces deux stades de l'appertisation, nous nous sommes reportés aux résultats obtenus à la Station de Recherches de Gembloux, par Decleire, de Faestraets, Dormal et Martens. Ces auteurs belges ont étudié plusieurs pesticides sur les épinards, les pois, les haricots-princesse et le céleri. Ils ont analysé les résidus pendant et après ces procédés d'appertisation.

Les taux d'application et les produits utilisés ont été les suivants :

Tableau XXVII : Dose d'application des divers pesticides

	Matière active par are (en g)			
	Epinards	Pois	Haricots princesse	Céleri
PHOSDRINE	1,14	2,25	1,75	
PARATHION	2,60	3,95	3,05	
ISOCHLORTHION	5,90	9,55	7,70	
DIAZINON	2,54	4,06	3,48	
GUSATHION	-	8,47	7,65	
DDT	6,59	8,83	12,40	
TMTD			26,88	
OXYCHLORURE DE CUIVRE				50
BRESTAN				12
TUZET				4

Le lavage s'effectue à l'eau de ville.

Le blanchiment consiste en un chauffage de trois à cinq minutes à 100°.

La stérilisation, en un chauffage à 115,6-121° pendant douze à quinze minutes, selon le légume.

Quels sont les résultats observés pour certains de ces produits ?

1) Phosdrine

Nous avons vu que les résidus de *phosdrine* s'éliminent avec une grande rapidité du fait de la volatilité de ce produit. En effet, les résidus sur les épinards et les haricots-princesse deviennent indécelables au bout du sixième ou du septième jour. Sa pénétration à travers l'écorce du pois étant très faible, on ne retrouve sur les petits pois écossés que des résidus pratiquement nuls. Les analyses faites dans les premiers jours suivant le traitement ont donné les résultats suivants :

Tableau XXVIII : Effets du blanchiment et de la stérilisation sur les résidus de phosdrine

	Délai entre le traitement et l'analyse	Résidus trouvés (en ppm)		
		Sur légume frais	Après lavage et blanchiment	Après stérilisation
EPINARDS	0 jour	1,32	0,03	0,01
	1 jour	0,18	0,01	indécelable
HARICOTS PRINCESSE	0 jour	0,86	0,02	indécelable
	1 jour	0,14	0,01	indécelable

2) Parathion

Pour le *parathion,* les résultats sont les suivants :

Avec des épinards non lavés, résidu 2,69 p.p.m., les expériences suivantes ont été faites :

— Blanchiment de vingt minutes à 65° : on retrouve un résidu de 0,155 p.p.m.

— Blanchiment de cinq minutes à 100° : le résidu tombe à 0,085 p.p.m.

Si, après blanchiment à 65° pendant vingt minutes, on procède à une stérilisation à 115,6° pendant cent minutes, on ne retrouve qu'un résidu de 0,024 p.p.m., soit à peine le centième du résidu initial.

Tableau XXIX : Effet du blanchiment et de la stérilisation sur les résidus de parathion

	Délai entre le traitement et l'analyse	Résidus trouvés (en ppm)		
		Sur légume frais	Après lavage et blanchiment	Après stérilisation
EPINARDS	0 jour	6,47	3,06	0,57
	1 jour	2,85	1,00	0,27
	7 jours	0,34	0,06	0,01
	14 jours	0,05	indécelable	indécelable
HARICOTS PRINCESSE	0 jour	1,27	0,24	0,18
	1 jour	0,65	0,24	0,19
	6 jours	0,08	indécelable	indécelable
	9 jours	0,01	indécelable	indécelable

Voici, d'autre part, les résultats de trois autres séries d'expériences intéressant l'*isochlorthion*, le *D.D.T.* et l'*oxychlorure de cuivre* (*Tableaux XXX, XXXI* et *XXXII*).

Il est inutile de multiplier les exemples. En résumé, il ressort de cette étude que les épinards perdent, par lavage et blanchiment, 50 à 60 % de leurs résidus en ce qui concerne les esters phosphoriques. Après stérilisation, cette élimination se monte à 84-97 %.

Sur haricots-princesse, le *D.D.T.* ne s'élimine après lavage et blanchiment qu'à des taux de 37 %, et 57 % seulement après stérilisation. Les esters phosphoriques et le *T.M.T.D.* sont éliminés à des taux de 79 à 99 %.

Plusieurs remarques sont à formuler. Il ne faut pas perdre de vue que ces expérimentations ont été faites dans des conditions volontairement défavorables. Les applications de produit ont été effectuées à des doses d'environ 150 % de la normale. D'autre part, les analyses ont été faites dans les quinze premiers jours après les traitements, ce qui correspond à un laps de temps égal ou inférieur au délai réglementaire. Or, même dans ces conditions, les résultats indiquent que les résidus ont diminué dans de fortes proportions après

	Délai en jours entre le traitement et l'analyse	Résidus (en ppm)		
		Sur légume frais	Après lavage et blanchiment	Après stérilisation
ISOCHLORTHION				
EPINARDS	0	8,03	3,34	0,15
	1	4,14	2,16	0,16
	7	0,54	0,13	0,01
	14	0,09	indécelable	indécelable
HARICOTS PRINCESSE	0	2,26	0,36	0,21
	1	1,29	0,28	0,21
	6	0,10	0,10	0,10
	9	0,02	indécelable	indécelable

Tableau XXX : Effets du blanchiment et de la stérilisation sur les résidus d'isochlorthion

	Délai en jours entre le traitement et l'analyse	Résidus (en ppm)		
		Sur légume frais	Après lavage et blanchiment	Après stérilisation
DDT				
EPINARDS	0	-	10,0	4,70
	1	-	11,1	4,70
	7	-	6,0	2,45
	11	-	3,85	1,55
HARICOTS PRINCESSE	0	1,45	1,0	0,57
	1	1,13	0,65	0,51
	9	0,61	0,70	0,50
	13	0,51	0,40	0,30

Tableau XXXI : Effets du blanchiment et de la stérilisation sur les résidus de DDT

Tableau XXXII : Effets du blanchiment et de la stérilisation sur les résidus d'oxychlorure de cuivre

	Délai en jours entre le traitement et l'analyse	Résidus (en ppm)		
		Sur légume frais	Après lavage et blanchiment	Après stérilisation
OXYCHLORURE DE CUIVRE				
CELERI	0	24,2	-	7,7
	1	13,1	-	8,6
	3	12,2	-	8,8
	9	11,7	-	6,2
HARICOTS PRINCESSE	0	21,2	-	2,9
	3	14,9	-	3
	9	6,5	-	1,3

l'appertisation. Il serait cependant dangereux de généraliser ces conclusions à tous les pesticides. On remarque, en effet, que certains produits (*D.D.T.*, quelques fongicides) sont plus difficiles à éliminer que d'autres. La nature de l'épiderme des végétaux, d'autre part, semble intervenir aussi en partie.

Le fait le plus important à noter est de constater que la quantité de résidu trouvé après appertisation est d'autant plus forte que le taux initial était élevé.

IV. — EFFETS DU STOCKAGE

Ce facteur a été étudié par des adjonctions volontaires de *parathion* à des doses de 1 et 10 p.p.m. aux boîtes de conserve, avant l'appertisation. 50 % environ de cette quantité disparaissent au cours de la stérilisation. On analyse ensuite le contenu des boîtes pendant soixante jours :

Tableau XXXIII : Effets du stockage sur les résidus après adjonction de parathion

ppm de parathion ajouté	Jours après stérilisation	ppm trouvé	perte en %
1	0	0,42	58
	5	0,31	69
	10	0,26	74
	15	0,24	76
	30	0,24	76
	60	0,24	76
10	0	5,35	46
	5	4,20	58
	10	3,40	66
	15	2,90	71
	20	2,70	73
	25	2,60	74
	30	2,60	74
	60	2,60	74

Ce tableau montre que, si les pertes au cours des quinze premiers jours sont notables, la diminution des résidus est par la suite inexistante. Les résidus trouvés au soixantième jour sont les mêmes qu'au quinzième jour.

Ces résultats sont en accord avec ceux qu'ont enregistrés Brittin et Fairing. Ces auteurs font appertiser des boîtes d'épinards et de petits pois souillés volontairement par du *parathion* (0,5 et 10 p.p.m.). Les analyses pratiquées sur ces boîtes un an et six mois après, révèlent des taux de résidus identiques à ceux qui furent trouvés vingt jours après appertisation (20 à 30 %).

A notre avis, ce point est d'importance. En effet, il faut tenir compte d'une part que les dosages sont effectués par des méthodes chimiques spécifiques du *parathion*, non toujours valables pour les dérivés de décomposition. D'autre part, la différence observée entre le montant de *parathion* lors du sertissage et au bout de quinze jours de stockage, ne peut être interprétée autrement que comme une perte théorique trouvée à l'analyse. Elle représente en réalité la dégradation d'une partie des résidus au cours du stockage. Quant à retrouver les composés issus de cette dégradation, l'étude de leur toxicité et de leurs effets éventuels, ceci représente un problème fort délicat qui demanderait des extractions, des séparations et analyses très minutieuses. Il est évident qu'il s'agit là d'un problème tout à fait général et rencontré aussi pour les fruits et légumes à l'état frais. Néanmoins, pour les conserves, il n'est guère possible de parler d'élimination après le sertissage, et il convient pour cette raison d'interpréter ces faits avec prudence.

V. — DISTRIBUTION DES RESIDUS

Certaines études ont été faites pour évaluer la distribution des résidus dans les boîtes de conserve. Viel [153] a analysé le contenu de boîtes de pêches et d'abricots qui avaient été traités par le *kelthane*. Les fruits contenaient des résidus à un taux variant de 0,3 à 2 p.p.m. Par contre, aucune trace de résidu ne fut retrouvée dans le jus. Dormal et coll. ont traité des céleris avec des composés organiques de l'*arsenic* et de *l'étain*. Appertisé, le légume contenait des résidus se montant de 0,01 à 0,09 p.p.m. ; dans le jus, aucun résidu n'a pu être mis en évidence.

VI. — JUS DE FRUITS NATURELS

Les résidus retrouvés dans les jus de fruits naturels sont pour la plupart très faibles. Ceci s'explique par le fait que souvent seule la pulpe sert à préparer les jus et que les résidus sont retenus par

le marc. TRUHAUT [54] cite des résidus de 0,5 p.p.m. de *parathion* dans le jus de tomates. AVENS [36], dans le jus de raisin préparé à partir de raisins traités par le *D.D.T.* et ayant un résidu de 7 à 10 p.p.m., ne retrouve aucune trace de ce pesticide dans le jus. D'après FREAR [36], 17 % du plomb et 35 % de l'arsenic se retrouvent dans les jus de raisins provenant de vignes traitées à l'*arséniate de plomb*.

D'une façon générale, il est difficile de prévoir le montant de résidus que l'on retrouvera dans le jus à partir des résidus des fruits frais. En effet, un grand nombre de facteurs semblent entrer en jeu ici : solubilité, adsorption, partie du fruit employée, méthodes de préparation...

VII. — EFFET SUR LE METAL DES BOITES

C'est un problème d'un intérêt certain. S'il reste dans les conserves une quantité de résidus de pesticides nettement inférieure à celle qu'on trouve dans les produits végétaux frais, il faut aussi être sûr que les résidus n'exercent pas d'action néfaste sur le métal des boîtes et, par voie de conséquence, ne sont pas ainsi à l'origine de l'apparition de nouvelles nuisances.

L'expérience prouve que ce facteur n'est pas à négliger. DUROCHER et coll. [49] démontrent, en 1952, l'effet néfaste des résidus de *soufre micronisé mouillable*. Ces auteurs constatent, dès les premières heures suivant l'appertisation, l'apparition de SH_2 dans les boîtes et, plus tard, une corrosion nette de l'intérieur des boîtes, phénomène qui s'accentue encore au cours du stockage.

Des études pratiquées par ces expérimentateurs, il ressort que ces faits se produisent pour des quantités extrêmement faibles de résidus soufrés. Même un lavage très efficace est incapable de diminuer suffisamment les résidus des fruits ou légumes traités par des produits soufrés au point d'assurer à coup sûr l'élimination de ces inconvénients. Les résultats obtenus par CAILLAVET [153] viennent en appui à ces travaux. Il observe des traces de sulfuration plus ou moins accusées dans des boîtes contenant des abricots qui avaient été soumis à un, deux, trois et quatre traitements de soufre.

D'autres produits aussi ont été rendus responsables de semblables méfaits, notamment certains dérivés de la série des *thiocarbamates*. CRANG et CLARKE [25] ont constaté des corrosions de boîtes dues à des résidus de *captane* et de *thirame*.

En ce domaine, les expérimentations sont restées assez limitées jusqu'à ce jour. Il est néanmoins prudent de compter sur de tels effets si le taux des résidus des fruits ou légumes livrés à la conserve est important. Il importe d'ailleurs de souligner que cette nuisance intéresse davantage le technologue alimentaire que l'hygiéniste.

VIII. — EFFETS SUR LES CARACTERES ORGANOLEPTIQUES

Les recherches ont été fort nombreuses dans différents pays étrangers, et il est sans doute regrettable que le difficile et réputé palais français n'ait pas servi à de telles expérimentations.

Le recensement des différentes données est pratiquement impossible : les critères pris en considération, absence de goût, mauvais goût, arrière-goût, douceur, sont, somme toute, subjectifs. Le problème est d'autant plus délicat qu'interviennent aussi des facteurs difficilement évaluables, telle que la maturité des fruits. D'autre part, les effets sur le goût semblent dépendre non seulement des produits employés et des substrats, mais aussi des procédés d'appertisation utilisés. Enfin, la somme des substances qui interviennent à des doses infinitésimales pour définir le goût d'une denrée, rend tout dosage et expression numérique impossibles.

Selon les expérimentations, un nombre plus ou moins considérable de produits phytosanitaires a été incriminé. Parmi ceux qui sont l'objet du plus grand nombre d'accusations, il faut citer : *H.C.H., lindane surtout, puis les thiocarbamates, ferbame, zirame, zinebe, nabame, thirame, le captane, le diazinon, l'aldrine, le toxaphène.*

Driessche [41] trouve, aux haricots verts et aux petits pois traités au *lindane*, un arrière-goût beaucoup plus prononcé après stérilisation que pour les légumes frais. Il est en accord sur ce point avec Giplin et coll. [67] qui ont observé les mêmes phénomènes avec la pêche traitée par le *H.C.H.* Ces derniers auteurs ayant fait par ailleurs des essais systématiques avec les *isomères alpha, bêta, gamma et delta du H.C.H.*, séparément, sont arrivés à la conclusion que l'arrière-goût observé avec ce produit serait dû surtout à l'*isomère delta*.

Pour le *thirame* et le *captane*, des résidus respectifs de 2 et 5 p.p.m. seraient suffisants pour donner un goût au sirop des fruits conservés en boîte. Mais nous avons vu (p. 126) que ces produits interviennent dans des phénomènes de corrosion de boîtes métalliques.

ce qui semble être la cause en grande partie de la détérioration du goût. En effet, des expériences faites avec des récipients de verre n'ont pas toujours permis d'observer ces effets organoleptiques fâcheux.

Etant donné la diversité des résultats enregistrés, il apparaît nécessaire de rapporter les différents facteurs invoqués par les expérimentateurs et certaines de leurs conclusions :

1° L'intensité de la dégradation du goût dépendrait en grande partie du délai entre le dernier traitement et l'appertisation, et d'autre part du nombre de traitements.

2° Les facteurs météorologiques interviennent tant pour la destruction des dépôts initiaux que pour la maturité du végétal.

3° Les fruits semblent nettement plus à même de présenter des détériorations de goût après appertisation que les légumes.

4° Les résidus en quantité importante entraînent dans les conserves des détériorations de goût, quels que soient le produit ou le végétal en cause.

5° Pour certains pesticides, les arrière-goûts sont exaltés par les procédés d'appertisation. Bien plus, pour certaines denrées et certains pestides, des arrière-goûts semblent pouvoir apparaître à la faveur de l'appertisation, alors même qu'ils ne se manifestaient pas auparavant.

6° Quelques pesticides produisent même en petites quantités, et cela presque toujours, une détérioration du goût des denrées appertisées : *H.C.H., lindane,* certains dérivés des *thiocarbamates,* le *captane, produits soufrés,* et à ce titre ne doivent être employés sur les fruits et légumes destinés à la conserve qu'avec beaucoup de circonspection.

7° Enfin il est à noter que, dans tous les cas, on observe une nette accentuation des phénomènes de détérioration des caractères organoleptiques au cours du stockage.

IX. — POSITION PRIVILEGIEE DES ALIMENTS APPERTISES

L'étude que nous venons de faire met à jour deux faits essentiels.

Le premier est qu'une bonne appertisation représente pour le consommateur une garantie certaine vis-à-vis des résidus de pesticides, puisque les différents temps de l'opération entraînent une destruction des résidus dans des proportions souvent très importantes.

Le second est que la tâche des fabricants de conserves n'est guère facilitée par l'usage des produits phytosanitaires. En effet, ceux-ci interviennent dans la qualité des conserves d'une façon beaucoup plus aiguë que pour les denrées à l'état frais.

L'obtention de conserves de bonne qualité demande le concours de nombreux facteurs.

L'un d'eux englobe les méthodes d'épluchage, de grattage, de lavage, etc. Il apparaît que des procédés d'appertisation bien étudiés sont à même d'éliminer par leur seule action une quantité déjà importante de résidus.

Un autre facteur consiste à obtenir de la part des producteurs-fournisseurs, l'application de « bonnes pratiques agricoles ». Or, la plupart de ces producteurs travaillent sous contrat avec les conserveries.

L'absence de goût, les arrière-goûts et d'une façon générale toute détérioration du goût des fruits et légumes conservés, n'ont jamais été un argument publicitaire auprès des consommateurs français. Le fait que les boîtes soient susceptibles de présenter, sous l'effet de la sulfuration, un aspect peu encourageant pour le consommateur, est sans doute aussi un inconvénient majeur pour le conserveur.

Considérés d'un autre point de vue, ces faits apparaissent comme un réel avantage pour l'hygiéniste ; le conserveur, pour présenter des produits de qualité, est obligé de faire œuvre de salubrité alimentaire. Il doit stipuler dans ses contrats avec les producteurs, l'obligation de ne pas utiliser de produits phytosanitaires que l'expérience démontre comme nuisibles aux aliments appertisés, que ce soit au point de vue organoleptique ou au point de vue de l'effet résidu-métal. Il doit aussi, pour les mêmes raisons, imposer le respect de dates-limites d'utilisation pour s'assurer, quelles que soient les conditions météorologiques, de taux de résidus compatibles avec l'obtention de conserves de bonne qualité, c'est-à-dire un montant de résidu tel que les méthodes d'appertisation qu'il utilise puissent les éliminer en totalité ou presque.

Il découle de ces considérations et des faits expérimentaux que nous avons cités dans ce chapitre, qu'il est incontestable que les fruits et légumes appertisés avec soin représentent, en face du problème des résidus de pesticides, des aliments d'une plus grande pureté que les mêmes denrées à l'état frais.

ENQUETE AUPRES DES PRODUCTEURS

RESULTATS D'UNE ENQUETE
SONDAGE ADRESSE
AUX PRODUCTEURS DE FRUITS ET LEGUMES

Nous avons conçu cette enquête dans un triple but :

1° Essayer de se rendre compte de l'idée que se font les utilisateurs de produits phytosanitaires vis-à-vis de la toxicité de ces produits et voir de quelles précautions ils s'entourent à leur contact.

2° Essayer de savoir s'ils étaient au courant des problèmes posés par ces produits au niveau du consommateur.

3° Evaluer grossièrement quels genres de produits et traitements reçoivent les fruits et légumes.

I. — METHODE

A) Choix des producteurs

Nous avons choisi les producteurs parmi ceux dont les fruits ou légumes arrivent à Paris. Pour cela, nous avons relevé 215 noms et adresses de producteurs dans les Halles Centrales de Paris, au courant du mois de septembre 1964. Parmi ces 215, 100 étaient des producteurs de légumes, du moins à notre connaissance ; 115 des producteurs de fruits.

A chacun, nous avons envoyé dans une enveloppe une fiche d'enquête avec notice explicative, enveloppe timbrée à adresser au Centre de Recherches Foch.

B) Interprétation

Nous avons accepté pour les résultats tout questionnaire qui comportait au moins une réponse complète à une question posée.

Toutes les enquêtes ont été étudiées dans un premier temps séparément. Puis les questions groupées, le dépouillement a été effectué question par question.

Nous n'avons enregistré les réponses que lorsque le producteur avait répondu à la totalité de la question ou bien à l'une des parties entières si la question en comportait plusieurs.

La distribution géographique des 215 producteurs était la suivante lors de l'envoi des questionnaires :

Seine-et-Oise	32	Seine	4
Bouches-du-Rhône	30	Gard	4
Tarn-et-Garonne	21	Eure	4
Loiret	19	Drôme	3
Vaucluse	11	Haute-Vienne	3
Maine-et-Loire	8	Ille-et-Vilaine	3
Lot-et-Garonne	7	Yonne	3
Var	7	Aisne	3
Manche	7	Indre-et-Loire	2
Loire-Atlantique	7	Loir-et-Cher	2
Sarthe	7	Dordogne	2
Ardèche	6	Ariège, Lot, Aube, Calvados, Gironde, Mayenne, Morbihan, Pas-de-Calais, Somme, chacun	1
Hérault	6		
Seine-et-Marne	5		

Il est à noter que cette distribution n'est peut-être pas très homogène du point de vue géographique. Ce fait est dû aux lois du hasard et sans doute à la saison.

Nous remarquons, en effet, que les cinq premiers départements totalisent 52,53 % des questionnaires.

II. — LES REPONSES

Nous avons reçu en tout 113 réponses, soit 52,56 % des questionnaires envoyés.

Parmi celles-ci :

— 78 questionnaires remplis, soit 36,27 % de la totalité de l'envoi ;

— 35 questionnaires non remplis.

La distribution géographique des 78 questionnaires remplis est la suivante :

Seine-et-Oise	11	Haute-Vienne	2
Bouches-du-Rhône	9	Indre-et-Loire	2
Tarn-et-Garonne	9	Manche	2
Loiret	6	Var	2
Vaucluse	5	Aisne, Ardèche, Ariège, Aube, Eure, Lot, Lot-et-Garonne, Morbihan, Seine, Seine-et-Marne, Yonne, chacun	1
Maine-et-Loire	3		
Sarthe	3		
Dordogne	2		
Drôme	2	Provenance inconnue	7
Hérault	2		

On peut noter que les cinq départements qui viennent en tête sont les mêmes et représentent 51,28 % des réponses.

D'un autre côté, nous pouvons regretter de n'avoir reçu que 78 réponses valables. Sans doute faut-il y voir l'esprit de méfiance de nos campagnes.

III. — ETENDUE APPROXIMATIVE EN HECTARES

L'étendue en hectares des exploitations des producteurs qui nous ont renvoyé les enquêtes remplies se répartit ainsi :

— De 1 à 9 hectares	15
— De 10 à 30 hectares	15
— De 30 à 50 hectares	6
— De 50 à 70 hectares	2
— 100 et plus de 100 hectares	8
— Etendue non communiquée	32

IV. — LES QUESTIONS

Nous allons passer en revue maintenant les questions que nous avions posées et les réponses qui nous ont été fournies. Nous reproduisons la question telle qu'elle a été formulée dans les enquêtes. Puis nous indiquerons le nombre de réponses qui ont pu être considérées comme positives. Nous classerons ces réponses et en donnerons, quand le nombre est suffisant, le pourcentage par rapport à la totalité des réponses à cette question. Enfin, il nous a paru intéressant de rapporter, sous la rubrique « Autres réponses », quelques réflexions de producteurs.

1) Employez-vous des produits phytosanitaires dans vos cultures ?

Insecticides, acaricides, fongicides, antibiotiques, herbicides, régulateurs de croissance, débroussaillants, rodenticides, corvicides, nématicides, anti-mollusques.

OUI NON

Rayez ceux que vous n'employez pas

Réponses : 65

— Oui ..... 61 93,85 %
— Non ..... 4 6,15 %
— Oui avec spécification des catégories employées 58

— Insecticides	58	fois cités	— Débroussaillants .	10	»
— Acaricides	49	»	— Rodenticides	4	»
— Fungicides	55	»	— Corvicides	9	»
— Antibiotiques	3	»	— Nématicides	5	»
— Herbicides	26	»	— Antimollusques ..	20	»
— Rég. de croiss. ..	8	»			

Comme on pouvait le prévoir, la presque totalité des producteurs emploie des pesticides. Les quatre réponses *non* proviennent de très petites exploitations (moins de 3 hectares).

2) Quels sont les principaux fruits et légumes que vous cultivez ?

Réponses : 66

— Producteurs de fruits 40
— Producteurs de légumes 14
— Producteurs de fruits et légumes 12

Fruits cités :			Légumes cités :		
— Pommes	33	fois	— Salades	13	fois
— Poires	28	»	— Tomates	12	»
— Pêches	21	»	— Melons	11	»
— Raisins	16	»	— Céleri	9	»
— Cerises	6	»	— Poireaux	8	»
— Abricots	6	»	— Carottes	7	»
— Fraises	5	»	— Chou	6	»
— Prunes	5	»	— Haricots verts	5	»
— Groseilles	1	»	— Concombres	5	»
— Framboises	1	»	— Oignons	4	»
— Figues	1	»	— Radis	4	»
			— Pommes de terre	3	»
			— Epinards	3	»
			— Navets	3	»
			— Endives	2	»

Une fois cités les légumes suivants : choux de Bruxelles, asperges, artichauts, betteraves rouges, choux-fleurs, courges, cornichons, haricots secs.

Bien que les producteurs de légumes soient en nombre bien inférieurs au point de vue pourcentage de réponses, il faut remarquer que l'éventail des légumes est beaucoup plus important que celui des fruits. Les variétés de ceux-ci sont réduites sans doute à cause de l'époque de l'année.

3) Citez les principaux ennemis de vos cultures

Ont été cités le plus souvent les parasites suivants :

— Carpocapse 25
— Pucerons 25
— Tavelure 21
— Araignée rouge 16
— Oïdium 16
— Mildiou 13
— Vers divers 13
— Mouches 11
— Chenilles 11
— Maladies cryptogamiques .. 15
— Autres parasites 34

4) Quels sont les produits que vous utilisez le plus et le plus souvent ? Donnez leur nom en commençant par celui que vous utilisez le plus

Nous avons classé les réponses selon producteurs de fruits, légumes ou fruits et légumes.

Producteurs de fruits	Producteurs de légumes	Producteurs de fruits et légumes
Réponses : 34	9	15

Sont cités le plus souvent les produits suivants :

Producteurs de fruits	Producteurs de légumes	Producteurs de fruits et légumes
— Dérivés des thiocarbamates 32 fois	— Dérivés des thiocarbamates. 9 fois	— Dérivés des thiocarbamates. 12 fois
— Parathion ... 20 »	— Phosdrine ... 5 »	— Parathion ... 8 »
— Dérivés cupriques ..... 17 »	— H.C.H. et dérivés ..... 5 »	— D.D.T. ..... 8 »
— H.C.H. et dérivés ..... 13 »	— Parathion ... 4 »	— Déméton-méthyl ..... 7 »
— Dérivés du soufre ..... 13 »	— Dérivés cupriques ..... 4 »	— Dérivés du soufre ..... 6 »
— Captane .... 13 »	— D.D.T. ..... 4 »	— Cuprosan ... 5 »
— Déméton-méthyl ..... 12 »	— Karathane .. 3 »	— Dérivés cupriques ..... 5 »
— Gusathion .. 9 »	— Saniclor .... 3 »	— H.C.H. et dérivés ..... 4 »
— Sevin ..... 8 »	— Malathion ... 2 »	— Captane .... 4 »
— Dérivés de l'As. ..... 5 »	— Cités une fois les produits suivants : Rogor*, Keltane, Isochlorthion, Parathion-méthyl, Nicotine	— Rogor ..... 4 »
— D.D.T. ..... 4 »		— Aldrine ..... 3 »
— Cuprosan ... 4 »		— Parathion-méthyl ..... 2 »
— Rogor ..... 4 »		— Cités une fois les produits suivants : Phaltane, Phosdrine, Lebaycide, Braconyl, Gusation, dérivés de l'As., Malathion, Saniclor, Sevin
— Simazine, Atrazine .... 4 »		
— Hormones synthétiques . 3 »		
— Phosphamidon. 2 »		
— Parathion-méthyl ..... 2 »		
— Phaltane .... 2 »		
— Malathion ... 2 »		
— Tédion ..... 2 »		
— Cités une fois les produits suivants : Dioxathion, Fénizon, Kelthane, Rhodofix		

Remarquons l'emploi très répandu des fungicides !
* Le dimétoate ou Rogor est interdit en culture légumière.

5) Quels sont ceux que vous êtes amenés a utiliser le plus près de la récolte ? Donnez leur nom avec le nombre de jours qui sépare leur application de la récolte

Réponses : 39

Produits	*Délais donnés*	*Délai réglementaire*
— Captane	8	
	8	
— Carbatène	15-30	
— Carbazine	15	
— Cuprosan	15	
— D.D.T.	15	15
	20	
	21-30	
	20	
— Déméton-méthyl	30	21
— Diméthoate (Rogor)	8	7
	8-10	
	10	
	10	
	30	
	15	
— Dithane	15	
	15-20	
— Azinphos	21	15
	21	
	30	
— Hormones	21	
	30	
— Lebaycid	15	15
— Lindane	5-8*	15
	15	
Malathion	8	7
	15	
— Manèbe	En cours de récolte	
	8-15	
— Microlux	15-30	
— Phaltane	8	
	8	
	20	
	21-30	
— Parathion	15	15
	15	
	15-20	
	20	
	30	
	30	
— Phosdrine	5*-8	7
	8	
	10	
	15-21	
— Pomarsol	15-21	
	21	
	30	

Produits	*Délais donnés*	*Délai réglementaire*
— Sevin	8-15	7
	15	
	15	
	20	
	30	
— Sulfate de cuivre	15	
Soufre	15	
— T.M.T.D.	8	
	8	
	8-15	
	15	
	15-20	
— Zineb	3	
	7	
	8-15	
— Ziram	8	
— Nicotine	2-5*	10

Nous voyons que la plupart des producteurs semblent respecter les prescriptions légales. Certains dépassent même ces temps réglementaires. Mais il faut remarquer que trois d'entre eux ne respectent pas tout à fait ces délais.

En outre, on est frappé par la petite quantité des producteurs qui ont répondu à cette question figurant pourtant dans tous les questionnaires. Que penser d'eux ? Qu'ils ne connaissaient pas les délais réglementaires et ont préféré ne pas répondre ? Ont-ils eu peur de s'engager ?

6) Ou sont entreposés vos produits phytosanitaires ?

a) Ce lieu est-il fermé à clef ?	OUI	NON
b) Est-il bien aéré ?	OUI	NON
c) Y a-t-il une pancarte sur la porte ?	OUI	NON

Réponses : 68

— 46 fois ce lieu est fermé à clef	67,64 %
— 57 fois il est bien aéré	83,82 %
— 11 fois il y a une pancarte	16,17 %

En analysant le résultat de chaque réponse, nous sommes arrivés aux constatations suivantes :

Les conditions « *a* » et « *b* » sont réunies 35 fois, c'est-à-dire que ce n'est que dans 51,47 % des cas que le producteur dispose pour ses produits phytosanitaires d'un lieu qui est à la fois fermé à clef et bien aéré.

Les conditions « *a* », « *b* », « *c* » ne sont, elles, réunies que dans 9 réponses, soit 13,23 % des cas.

Autres réponses :

— Dans une remise : 2 fois.
— Dans un local spécial : 4 fois.
— Dans un atelier de travail ou salle de triage pour chasselas.

Il est navrant de constater que les précautions élémentaires ne sont prises que chez la moitié des producteurs environ. Quant à la dernière réponse séparée, elle se passe de commentaire !

7) Qui se charge de préparer les mélanges ?

a) Vous-même ?
b) Un contremaître ?
c) Un ouvrier toujours le même ?
d) N'importe quel ouvrier ?
e) L'ouvrier qui en a besoin pour une application ?

Réponses : 68

— *a*	30	44,12 %
— *c*	14	20,59 %
— *a* ou *e*	5	7,36 %
— *a* ou *c*	4	5,88 %
— *a* ou *b* ou *c*	4	5,88 %
— *b*	3	4,41 %
— *e*	3	4,41 %
— *a* ou *b*	2	2,94 %
— *b* ou *c*	2	2,94 %
— *c* ou *e*	1	1,47 %

En considérant que les produits sont préparés en toute connaissance de cause quand cette préparation est faite par le patron, un contremaître, ou toujours par le même ouvrier, il est satisfaisant de voir que tel est le cas, dans 86,76 % des cas.

8) Disposez-vous pour les préparations d'un matériel spécial et ne servant strictement qu'a cela ?

Réponses : 72

	OUI	NON
— Oui	70	97,22 %
— Non	2	2,78 %

9) Comment la quantité de produit nécessaire est-elle mesurée ?

a) A la balance ?
b) A la mesure ?
c) A l'à-peu-près ?
d) Se fiant à l'expérience ?
e) Selon la dose du paquetage ?

Réponses : 70

Les méthodes de mesures diffèrent évidemment selon que le produit est présenté sous forme liquide, pâteuse ou sous forme de poudre.

— La balance est citée ..... 55 fois
— La mesure ..... 39 »
— Selon la dose du paquetage ..... 30 »
— A l'à-peu-près ..... 2 »

Il est difficile de préciser où mène l'à-peu-près ; les surdosages nets sont possibles, cela est sûr.

Nous tenons à signaler ici que parmi les exploitants que nous avons interrogés personnellement, certains nous ont fait part des difficultés rencontrées dans la mesure du produit actif pour éviter soit des pertes par écoulement le long de la paroi externe du récipient, soit une poussière assez notable et gênante. Ces faits sont évidemment regrettables, puisque le préparateur se trouve ainsi en contact direct avec un produit concentré.

10) Selon votre expérience personnelle, les doses indiquées par le fabricant vous paraissent-elles pour votre région

a) Insuffisantes ?
b) Suffisantes ?
c) Trop importantes ?
d) Dépend du produit, dans ce cas donnez des exemples.

Réponses : 68

Les producteurs estiment :

— Que les doses sont suffisantes	56	82,35 %
— Que les doses sont insuffisantes	3	4,41 %
— Suffisantes ou insuffisantes selon les produits	1	1,47 %
— Dépend du produit	8	11,7 %

Autres réponses :

« Pendant le repos de la végétation, on a souvent intérêt à forcer la dose prévue tant pour les insecticides que pour les fungicides...

« J'augmente légèrement les doses par temps d'attaques fortes de maladies cryptogamiques...

« Jamais je n'augmente les doses ; je préfère augmenter la fréquence des traitements...

« Les doses sont fonction du climat pour une saison donnée, en tenant compte de l'état sanitaire de la parcelle et de sa végétation ; cela peut varier du simple au quadruple...

« Sans opinion : certains produits sont totalement inefficaces...

« Insuffisantes pour certains produits : fongicides, D.D.T...

« Trop importantes pour certains produits : fongicides...

« Pour le Rhodiatox (parathion), les doses sont trop faibles...

« Dépend du temps (3 fois cité)... »

La majorité des producteurs estime donc que les doses sont suffisantes. Cette observation est plutôt rassurante. Néanmoins, quelques-uns augmentent les doses dans certaines conditions. Si ces pratiques ont lieu au cours du repos de la végétation, cela ne présente pas une importance capitale. Encore faudrait-il être assuré qu'il n'en est pas de même lorsque les fruits ou légumes sont proches de la récolte.

11) Pratiquez-vous un traitement donné ?

a) Chaque fois que vous constatez que vos cultures en ont besoin ?
b) Chaque fois qu'un organisme ou journal agricole vous le conseille ?
c) Préventivement selon la saison et en vous fiant à votre expérience personnelle ?

Réponses : 67

Les producteurs tiennent compte, pour faire un traitement, des propositions :

— « *a* » uniquement	9	13,43 %
— « *a* » et « *b* »	7	10,45 %
— « *a* » et « *c* »	16	23,88 %
— « *b* » uniquement	5	7,46 %
— « *b* » et « *c* »	6	8,96 %
— « *c* » uniquement	12	17,91 %
— « *a* », « *b* » et « *c* »	12	17,91 %

En interprétant les réponses d'une autre façon, on voit que pour décider d'un traitement, le facteur « *b* », externe, intervient dans 44,78 % des cas. Le facteur personnel (*a* + *c*) a une importance capitale : il intervient dans 92,53 % des cas.

12) Quelles méthodes de pulvérisation employez-vous ?

a) Jet et appareil porté ?
b) Jet porté seulement ?
c) Appareil de pulvérisation tiré par tracteur ou chevaux ?
d) Autres appareils, lesquels ?

Réponses : 72

(Nous avons été obligés de supprimer les réponses « *a* » dans les cas où il n'a pas été précisé « appareil à dos » ou « porté par tracteur ». En effet, il nous est apparu à la lecture des questionnaires qu'une confusion avait été parfois faite. La plupart des exploitants utilisent plusieurs méthodes, selon la surface à traiter et aussi selon la hauteur des branches.)

— Appareil à dos, jet et appareil porté ..	22 fois, soit 30,55 %
— Appareil monté ou tiré par tracteur, jet porté par un ouvrier	10 fois, soit 13,89 %
— Appareil et jets portés ou appareillage complet tiré par tracteur	55 fois, soit 73,61 %

13) Combien d'hommes travaillent en général a la pulvérisation dans une même culture ?

Réponses : 72

— 1 homme	38	52,78 %
— 1-2 hommes	6	8,33 %
— 2 hommes	14	19,44 %
— 1-2-3 hommes	4	5,56 %
— 3 hommes	5	6,94 %
— 2-4 hommes	1	1,39 %
— 4 hommes	2	2,78 %
— 5 hommes	2	2,78 %

Il est à remarquer que dans 93 % des cas, 3 hommes ou moins travaillent dans une même culture.

14) De quelle origine est votre main-d'œuvre ?

a) Française ?
b) Nord-africaine ?
c) Autres étrangers, lesquels ?
d) Si elle est étrangère, vos employés :
— Parlent-ils couramment le français ?
OUI NON
— Lisent-ils bien le français ?
OUI NON

Réponses : 68

— *a*	47	69,12 %
— *a* + *c*	17	25,00 %
— *a* + *b* + *c*	3	4,41 %
— *b*	1	1,47 %

Parlent-ils couramment le français ? Réponses : 20.

— OUI	11
— NON	9

Lisent-ils bien le français ?

— OUI	9
— NON	11

Comme étrangers sont cités :

— Espagnols	16 fois	— Polonais	2 fois
— Italiens	5 »	— Belges	1 »
— Portugais	3 »	— Nord-Africains	2 »

15) Utilisez-vous, vous et vos ouvriers ?

	1) *Pour préparer le produit*		2) *Lors de la pulvérisation*	
a) Des vêtements spéciaux ?	OUI	NON	OUI	NON
b) Un masque ?	OUI	NON	OUI	NON
c) Des lunettes ?	OUI	NON	OUI	NON
d) Des gants ?	OUI	NON	OUI	NON

1) *Pour la préparation, réponses :* 70

Les exploitants et ouvriers utilisent :

— Aucun des articles cités	13	18,57 %
— Uniquement des vêtements	11	15,71 %
— Tous les articles cités	7	10,00 %
— Vêtements et masque	13	18,57 %
— Vêtements et gants	5	7,14 %
— Vêtements, masque et gants	6	8,57 %
— Uniquement des gants	5	7,14 %
— Vêtements et lunettes	2	2,86 %
— Masque et lunettes	2	2,86 %
— Masque et gants	1	1,43 %
— Vêtements, lunettes et gants	2	2,86 %
— Uniquement des lunettes	1	1,43 %
— Vêtements, lunettes et gants	2	2,86 %

Il ressort de ces résultats que certains moyens de protection sont plus utilisés que d'autres :

— Les vêtements spéciaux sont utilisés	dans 68,57 %	des cas
— Le masque est utilisé	dans 44,28 %	»
— Les lunettes sont utilisées	dans 24,28 %	»
— Les gants sont utilisés	dans 38,57 %	»

2) *Pour la pulvérisation, réponses :* 69

Les exploitants et les ouvriers utilisent :

— Uniquement les vêtements	13	21,74 %
— Tous les articles cités	11	15,94 %
— Vêtements, masque et gants	11	15,94 %
— Vêtements et masque	10	14,49 %
— Aucun des articles cités	8	11,59 %
— Vêtements et gants	6	8,70 %
— Vêtements, masque et lunettes	4	5,80 %
— Vêtements, lunettes et gants	2	2,90 %
— Vêtements et lunettes	1	1,45 %
— Uniquement des lunettes	1	1,45 %

En considérant les résultats d'une autre manière, on constate que :

— Les vêtements spéciaux sont utilisés	dans 86,95 %	des cas
— Le masque est utilisé	dans 52,17 %	»
— Les lunettes sont utilisées	dans 27,53 %	»
— Les gants sont utilisés	dans 43,47 %	»

16) Procédez-vous

	1) *Après la préparation du produit*		2) *Après l'application du produit*	
a) Au lavage des mains ?	OUI	NON	OUI	NON
b) Mains et bras ?	OUI	NON	OUI	NON
c) Mains, bras, visage ?	OUI	NON	OUI	NON
d) Toilette complète ?	OUI	NON	OUI	NON
e) Douche ?	OUI	NON	OUI	NON

1) *Après la préparation du produit, réponses :* 63

Les exploitants et leurs ouvriers procèdent au lavage :

— Des mains	12	19,05 %
— Mains et bras	9	14,28 %
— Mains, bras et visage	23	36,51 %
— Toilette complète	10	15,88 %
— Toilette complète par douche	3	
— Pas de toilette	9	14,28 %

2) *Après l'application du produit, réponses :* 66

Les exploitants et leurs ouvriers procèdent au lavage :

— Des mains	0	
— Mains et bras	3	4,55 %
— Mains, bras et visage	22	33,33 %
— Toilette complète	40	60,61 %
— Toilette complète par douche	27	
- Pas de toilette	1	1,51 %

Observons qu'un bon nombre d'exploitants possèdent une douche (41 % de ceux qui ont répondu à cette question). Néanmoins, les exploitants nous ont souvent fait remarquer que les ouvriers se servent très peu des douches, bien qu'elles soient à leur disposition.

17) Que faites-vous des emballages vides ?

a) Brûlés ?
b) Enterrés ?
c) Mis dans une réserve ?
d) Employés à un autre usage ?
e) Autre réponse.

Réponses : 36

(Cette question n'a figuré que dans un nombre restreint de formulaires.)

— Brûlés	25 fois
— Enterrés	13 »
— « *d* »	2 »
— « *c* »	3 »
— Envoyés à la décharge publique	5 »

18) PENSEZ-VOUS QUE CERTAINS PRODUITS QUE VOUS UTILISEZ POUR TRAITER LES FRUITS OU LÉGUMES SONT DANGEREUX A MANIPULER ?

OUI NON

Si oui, lesquels ? Enumérez-les en commençant par celui qui vous paraît le plus toxique.

Réponses : 73

— Non, si on prend des précautions	5	6,85 %
— Oui	54	73,97 %
— Non	14	19,18 %

Premier produit nommé, donc estimé le plus dangereux		*Deuxième produit nommé*		*Troisième produit nommé*	
— Parathion ...	11 fois	— Parathion ...	7 fois	— H.C.H.	3 fois
— Déméton-méthyl	8 »	— Arsenicaux ..	5 »	— Parathion ...	3 »
— Arsenicaux ..	3 »	— Phosdrine ...	2 »	— D.D.T.	1 »
— Phosdrine ...	2 »	— Phosphamidon	2 »	— Aldrine	1 »
— Aldrine	2 »	— Aldrine	2 »	— Rogor	1 »
— Parathion-méthyl	1 »	— Lindane	2 »	— Thirame	1 »
— T.M.D.T. ...	1 »	— Dieldrine	2 »	— Phosdrine ...	1 »
— Braconyl	1 »	— Rogor	1 »	— Gusathion ...	1 »
— Thiophos	1 »	— Déméton-méthyl	1 »	— Sevin	1 »
— Systémiques .	6 »	— Est. phospho-riques	1 »	— Cupriques ...	1 »
— Tous les insecticides	6 »	— Désherbants .	1 »	— Systémiques .	1 »
— Est. phospho-riques	3 »	— Acaricides ..	1 »	— Organo-mercuriels	1 »

Remarquons la mauvaise réputation du parathion. Remarquons aussi que le phosphamidon, le lindane, le dieldrine apparaissent en deuxième colonne, alors que la troisième voit apparaître le H.C.H., le D.D.T., le gusathion, le thirame, le sevin, les cupriques, les organo-mercuriels.

Il y a quand même 19 % des producteurs qui estiment ces produits non dangereux !

19) Vos ouvriers pensent-ils comme vous a ce sujet ? Sinon, quelle est leur opinion ?

OUI NON

Réponses : 37

— Oui	31	83,78 %
— Non	2	5,41 %
— Ne sait pas	4	10,81 %

Autres réponses :

« Ne réalisent pas qu'ils manipulent des produits toxiques.
« Ne suivent pas les conseils ; ne font pas suffisamment attention.
« Inconscients.
« En général, plutôt imprudents.
« Sont très méfiants et nomment tous les produits " poison ". »

20) Gardez-vous un coin de culture que vous ne traitez pas, pour votre usage personnel ?

OUI NON

Réponses : 70

— Oui	9	12,86 %
— Non	61	87,14 %

12,86 % tout de même...

21) Avez-vous observé sur vos fruits ou légumes une différence entre ceux qui ont reçu un traitement et ceux qui n'ont pas été traités ?

a) D'aspect ?
b) De grandeur ?
Différence *c*) Les fruits et les légumes traités vous ont-ils paru présenter parfois des phénomènes anormaux ? Si oui, lesquels ?

Réponses : 54

— a	27	50 %
— *b*	1	1,85 %
— *a* et *b*	8	14,82 %
— Non	18	33,33 %

Il semble donc que les producteurs aient constaté une différence entre les fruits ou les légumes traités et non traités dans 66,67 % des cas.

Autres réponses et « c » :

« Le Phaltane peut hâter la maturité.

« Coloration d'un rouge plus foncé (pêches et pommes), feuillage d'un vert plus foncé ou glauque, contraire au naturel.

« L'épiderme peut varier suivant les fongicides.

« Déformations provoquées par le Weedazol (aminotriazole).

« Brûlures en cas de non-observation des dosages (2 fois).

« On obtient des phénomènes anormaux avec l'emploi des hormones (2 fois).

« Les fruits et légumes traités sont plus sains et de qualité meilleure (8 fois).

« On ne récolte plus rien sans traitement (5 fois)... »

22) DANS UNE LARGE MOYENNE, COMBIEN DE FOIS PAR AN ÊTES-VOUS AMENÉ A TRAITER UN MÊME FRUIT OU LÉGUME ?

Réponses : 61

Réponses en chiffre : 56

— 5 fois et moins	12	21,42 %
— De 6 à 9 fois	23	41,07 %
— De 10 à 15 fois	18	32,16 %
— Plus de 15 fois	3	5,35 %

5 réponses ainsi libellées : dépend des conditions météorologiques.

Remarquons que dans 73,23 % des cas, les fruits ou légumes sont traités de six à quinze fois.

23) A VOTRE AVIS, AU MOMENT DE LA RÉCOLTE, RESTE-T-IL SUR VOS FRUITS OU LÉGUMES UNE QUANTITÉ DE PRODUIT PHYTOSANITAIRE ?

a) Très petite quantité
b) Petite quantité
c) Quantité assez importante
d) Dépend des conditions météorologiques

Réponses : 67

Réponses codifiées : 59

— Très petite quantité	20	29,85 %
— Très petite quantité, mais dépend de « *d* » .	19	28,36 %
— Dépend des conditions météorologiques ..	14	20,90 %
— Petite quantité	4	5,97 %
— Petite quantité, mais dépend de « *d* »	2	2,98 %

Réponses non codifiées : 8

— Quantité nulle	5	7,47 %
— Dépend du végétal	1	1,49 %
— Sans opinion	2	2,98 %

24) A VOTRE AVIS, CERTAINS PRODUITS PEUVENT-ILS PÉNÉTRER DANS LE FRUIT OU LÉGUME ?

a) OUI
b) NON
c) Certains produits seulement... Lesquels ?
d) Autres réponses.

Réponses : 65

— Oui, certains seulement	32	49,23 %
— Oui	8	12,31 %
— Non	16	24,62 %
— Sans opinion	5	7,69 %
— Autres réponses	4	6,15 %

Les produits incriminés sont les suivants :

— Les systémiques	21 fois
— Parathion	3 »
— Les esters phosphoriques	3 »
— Métasystémox	2 »
— Phosphamidon, phosdrine, sevin, gusathion, arsenic, lindane	1 »

Les réponses en « *d* » sont les suivantes :

« Reste à démontrer.

« Non, il faudrait traiter beaucoup plus souvent que nous le faisons.

« Il se peut que des traitements trop fréquents puissent provoquer la pénétration.

« En principe, tous les produits appliqués tardivement.

« Ce n'est pas impossible... »

25) A VOTRE AVIS, EN CONSOMMANT UN FRUIT OU LÉGUME NON LAVÉ, COURT-ON UN CERTAIN RISQUE ?

a) Sans importance ?
b) De lente intoxication ?
c) D'intoxication grave ?

Si vous pensez qu'il y a un risque, avez-vous déjà constaté des accidents de ce genre ?

Mal de tête, malaise, mal au ventre, après absorption.

Réponses : 63

— Sans importance	63	71,43 %
— De lente intoxication	12	19,05 %
— D'intoxication grave	2	3,17 %
— Sans opinion	4	6,35 %

Réponses à la deuxième partie de la question :

« Oui, mal au ventre après absorption de fruit qui venait d'être traité.

« Oui, graves malaises chez un voisin.

« Oui, oranges traitées au parathion et pressées pour en extraire le jus.

« Si on mange de suite une pomme ou autre fruit après traitement au gusathion ou autre, on ressent un mal de tête qui dure une heure environ... »

Autres réponses :

« Risque sans importance, si on respecte les délais indiqués (4 fois).

« Il vaut mieux les laver (5 fois).

« Toute la question est là... »

La question suivante a été posée de deux façons différentes :

26-1) A VOTRE AVIS, UN FRUIT LAVÉ OU UN LÉGUME LAVÉ PRÉSENTE-T-IL UN RISQUE ?

a) Nul ?

b) Très petit ?

c) Risque identique au fruit ou légume non lavé ?

Réponses : 27

— Nul	19
— Très petit	6
— Identique au non lavé	1
— Sans opinion	1

26-2) A VOTRE AVIS, UN FRUIT OU LÉGUME NON LAVÉ GARDE-T-IL UN RÉSIDU DE PRODUIT PHYTOSANITAIRE ?

a) Nul ?

b) Appréciable ?

c) En grande quantité ?

d) Identique au fruit ou légume non lavé ?

Réponses : 33

— Nul	23
— Appréciable	23
— En grande quantité	3
— Sans opinion	1
— Dépend du produit	2

Autre réponse :

« Lavage inutile, à moins de le brosser. Un trempage est tout à fait inefficace... »

27) A VOTRE AVIS, LES FRUITS OU LÉGUMES TRAITÉS ONT-ILS, PAR RAPPORT A CEUX QUI NE SONT PAS TRAITÉS, UN GOUT ?

a) Particulier ?
b) Meilleur ?
c) Aussi bon ?
d) Moins bon ?

Si vous trouvez les fruits et légumes traités moins bons au goût, en imputez-vous la cause :

a) Aux multiples traitements ?
b) A la maturation forcée ?
c) Autres réponses.

Réponses : 56

— Goût particulier	1	1,79 %
— Goût meilleur	4	7,14 %
— Goût aussi bon	46	82,14 %
— Goût moins bon	4	7,14 %
— Sans opinion	1	1,79 %

13 réponses à la deuxième partie de la question :

— Multiples traitements	3
— La maturation forcée	4
— Le H.C.H.	5
— Si le produit n'est pas adapté au fruit	1

Autres réponses :
« Moins bon que ceux qui n'ont pas été traités, saveur plus amère.
« Moins bon goût dû à la conservation en frigidaire.
« Un fruit ou légume traité est sain et bien meilleur (2 fois)... »

28) PENSEZ-VOUS QU'UN TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE PUISSE INTERVENIR POUR RENDRE UN FRUIT OU UN LÉGUME MOINS RICHE EN VITAMINES ?

a) N'intervient pas ?
b) Intervient très peu ?
c) Intervient certainement ?
d) Sans opinion ?

Réponses : 62

— N'intervient pas	25	40,32 %
— Intervient très peu	3	4,84 %
— Intervient certainement	1	1,61 %
— Sans opinion	33	53,23 %

29) AVEZ-VOUS OBSERVÉ CHEZ VOUS OU VOS OUVRIERS DES PHÉNOMÈNES QUE VOUS IMPUTEZ A UN PRODUIT PHYTOSANITAIRE ?

a) Réaction de la peau ?
b) Malaise ?
c) Mal de tête ?
d) Envie de vomir ?
e) Autres... Lesquels ?

Réponses : 68

— Réaction de la peau	20	fois cité	29,41 %
— Malaises	15	»	22,05 %
— Mal de tête	21	»	30,88 %
— Envie de vomir	12	»	17,64 %
— « e »	7	»	10,27 %
— Non	28	»	41,17 %

Réponses données en « e » :
« Picotement des paupières et très mauvais goût dans la bouche, même pour les personnes de l'entourage.
« Mauvais goût dans la bouche.
« Maux de gorge.
« Inappétence.
« Très forte sensation de brûlure aux yeux durant plusieurs jours.
« Asséchement des muqueuses.
« Maux d'estomac et dérèglements intestinaux... »

Autres réponses :
« Crevasses avec colorants nitrés.
« Traces de brûlures et " cloques " sur les bras chez des personnes épluchant du céleri branche traité au " dithane M 22 ".
« Sensibilité des muqueuses nasales pour le " pomarsol " (T.M.T.D.).
« Eternuements avec le T.M.T.D. »

Il est à remarquer que les accidents ou incidents ne sont pas aussi exceptionnelles que l'on veut bien le dire.

30) AVEZ-VOUS, VOUS-MÊME OU VOS OUVRIERS, ÉTÉ TRAITÉS MÉDICALEMENT POUR UNE INTOXICATION PAR CES PRODUITS ?

Si oui, quand et où ? Combien de fois ?

Réponses : 68

— Oui	3	4,41 %
— Non	65	95,59 %

Les trois cas sont les suivants :
— Un ouvrier, depuis vingt et un ans : intoxication légère due à des arsenicaux.
— Brûlures des bras dues au dithane M 22.
— Intoxication par la nicotine.

31) Pensez-vous que pour diminuer le risque que représente pour vous et vos ouvriers l'usage des produits phytosanitaires et par la suite le risque éventuel encouru par le consommateur, on devrait :

a) Instruire les patrons et les ouvriers de la façon dont il convient de se servir de ces produits pour qu'ils ne présentent aucun danger ?
b) Interdire l'usage de certains produits ?
c) Obliger les fabricants à utiliser des étiquettes plus explicites ?
d) Réglementer plus sévèrement la vente de ces produits ?
e) Contrôler leur date et leur concentration d'application par des inspecteurs et réprimer les abus ?

Réponses : 56

Les producteurs sont d'accord avec les propositions :

— *a*	.....	44 fois	78,57 %
— *b*	.....	11 »	19,64 %
— c	.....	36 »	64,28 %
— *d*	.....	15 »	26,78 %
— e	.....	25 »	44,64 %

Autres réponses :

« Eviter la multiplicité des mêmes produits vendus sous des étiquettes différentes et qui contiennent des quantités de produit actif différentes, ce qui rend leur utilisation compliquée (3 fois cité).

« Je regrette surtout la confusion qu'entretiennent les fabricants avec leurs noms commerciaux différents pour un même produit. Il serait nécessaire que le produit actif soit écrit deux fois plus grand que la marque commerciale.

« Les produits dangereux devraient être signalés en grandes lettres sur le paquet.

« Il est sûr que certains utilisateurs ne prennent pas les précautions indispensables et ne respectent pas les délais d'utilisation avant la récolte (4 fois cité)... »

32) Depuis que vous traitez vos cultures, dans quelles proportions ont augmenté :

a) Le rendement ?
b) La sécurité d'une bonne récolte ?
c) Le gain à la vente ?

Exprimez ces améliorations en %.

— Le rendement : 20 réponses en chiffre de 5 à 100 %. Moyenne : 74 %.
— La sécurité : 29 réponses en chiffre de 5 à 100 %. Moyenne : 72 %.
— Le gain : 20 réponses en chiffre de 5 à 100 %. Moyenne : 70 %.

14 réponses expriment le fait suivant : difficile à évaluer, car sans traitement, récolte lamentable et de mauvaise qualité.

33) Pourriez-vous vous passer complètement des produits phytosanitaires ?

	OUI	NON
Réponses : 67		
— Oui	3	4,48 %
— Non	64	95,52 %

Autres réponses :
« Absolument impossible.
« Ce serait une catastrophe... »

* *

Quel apport cette enquête représente-t-elle ? Elle est bien sûr insuffisante, d'une part du fait du nombre des réponses, d'autre part sa répartition n'est pas aussi homogène qu'on pourrait le souhaiter. Sans doute pourrait-on interpréter plus facilement une enquête répartie sur toute une année et obtenant un nombre de réponses beaucoup plus élevé.

Néanmoins, ce sondage nous permet de constater plusieurs faits :

1) Les exploitants ne prennent pas toujours les précautions nécessaires pour ce qui est de leur propre protection.

2) Les produits ne sont pas toujours considérés comme des produits dangereux et toxiques.

3) Les dépassements de dose et de la date limite ne sont pas tout à fait exceptionnels.

4) La mauvaise connaissance des produits, de leurs effets toxiques possibles, nous est déjà apparue lors de nos visites chez certains exploitants. 78 % des producteurs qui ont répondu à la question n° 31, souhaiteraient être mieux instruits. L'éducation des exploitants semble être très importante lorsque l'on considère que le facteur personnel intervient pour une très large part dans la décision d'un traitement (92 %, question n° 11).

5) Remarquons l'énorme accroissement de la productivité depuis l'emploi des produits pesticides : 74 % (question n° 32).

COMMENT PALLIER CES DANGERS

COMMENT PALLIER CES DANGERS

Tirer un enseignement de tous les faits que nous venons de voir, essayer d'y trouver des remèdes n'est pas chose aisée. Comme nous l'exprimions dans notre introduction, notre intention n'est nullement de critiquer systématiquement les produits phytosanitaires.

Ceux qui pensent qu'on doit interdire à tout prix ces « élixirs de mort », n'ont sans doute jamais envisagé la question avec beaucoup de sérieux.

Ceux qui, au contraire, emploient ces produits inconsidérément, agissent dans l'ignorance.

Puisse notre étude faciliter aux uns et aux autres une meilleure compréhension de la complexité des problèmes posés par l'usage de ces produits.

Sans doute, l'homme prend un risque en acceptant délibérément de protéger les végétaux alimentaires par des produits chimiques. Mais il ne faut pas perdre de vue, l'énorme accroissement de la production et même de la qualité qui en résulte. Et, c'est là un fait devant lequel nul ne peut rester indifférent, dans un monde où la démographie croît sans cesse, et où de nombreuses populations souffrent de la faim.

L'homme prend un risque, soit. Mais il ne faut pas l'accepter aveuglément et il doit être calculé en fonction des avantages qu'il est susceptible d'apporter, et dans le cas présent, ces avantages sont indéniables !

Calculer le risque, c'est diminuer sa marge tout en conservant un maximum d'avantages, c'est trouver des garanties suffisantes pour éviter que les méfaits toxiques puissent se manifester. Comme il s'agit d'un problème touchant la santé publique, la législation doit, en premier lieu, offrir ces garanties.

Il est évident que, telle qu'elle se présente à l'heure actuelle, la législation française possède encore bien des failles.

Somme toute, l'autorisation de la commercialisation d'une liste de pesticides, soumis au préalable à des études approfondies, était

une solution relativement facile à contrôler. Les normes de concentration, de pureté, etc. de ces produits sont d'une vérification aisée dans le commerce, car ils sont vendus par des établissements de fourniture agricole, à déclaration obligatoire ou par des pharmacies. D'un autre côté, étiquettes, numéros d'homologation, emballage d'origine et conditions de vente imposées permettent à tout moment une vérification de la qualité exacte du produit.

Mais le contrôle de l'application des conditions d'emploi par les agriculteurs fait surgir les premières difficultés. Bien que les traitements phytosanitaires ne puissent laisser ainsi s'effectuer sur des étendues tant soit peu importantes de façon clandestine, et qu'ils soient en principe soumis au contrôle des inspecteurs de la protection des végétaux, il faut bien avouer que ce contrôle demeure forcément illusoire et inefficace contre les abus.

Ayant visité un certain nombre d'exploitations dans la région parisienne et le sud de la France, gros producteurs de fruits et légumes, examinons le problème du côté de l'exploitant. Ce qui compte primordialement pour lui, c'est la rentabilité de sa récolte.

1) « Tout ce qui est rare est cher ». Pour les primeurs, plus ils sont précoces, plus ils se vendent cher. A l'inverse, l'arrière-saison d'un fruit ou d'un légume voit aussi augmenter son prix. Le producteur a donc intérêt à pouvoir les livrer sur le marché le plus tôt ou le plus tard possible. Ceci entraîne des traitements pour obtenir une maturation forcée ou au contraire pour maintenir le fruit sur l'arbre et les légumes en bon état.

2) « La laideur ne se vend pas » : cet adage s'applique aussi au commerce des fruits et légumes. L'aspect doit être parfait, naturel, dépourvu de taches, qualités essentielles pour bien faire vendre. Mettre sur le marché des fruits véreux est devenu impensable pour la plupart des producteurs. On pourrait supposer qu'à défaut d'être vendus pour la consommation courante, ces fruits pourraient servir à la fabrication de conserves en sirop. Il n'en est rien, puisque l'Union Nationale des Fabricants de Conserves n'accepte que des fruits « exempts de taches provenant de maladies », et cela tant pour les fruits en sirop que pour les légumes tels que les haricots, céleris, carottes, tomates, etc. Ils ne pourraient donc être vendus que fortement déclassés ou utilisés pour la confiture et les purées.

3) La phytotoxicité de nombreux produits en limite dans une certaine mesure l'emploi à des doses inconsidérées, et comme nous avons pu le constater, souvent après quelques essais ayant provoqué brûlures et taches sur les fruits et les feuilles.

4) Le prix d'achat des produits phytosanitaires, intervient dans le bénéfice net et constitue un frein non négligeable. Un seul traitement d'environ cent hectares entraîne pour certains produits des dépenses de l'ordre de 3 000 à 5 000 F 1964. On conçoit que le producteur tende à les réduire au minimum.

5) Enfin « la conscience professionnelle ». Ce point de vue est bien discutable. En effet, mises à part les exploitations ayant à leur disposition des ingénieurs agronomes très au courant des problèmes posés par les produits phytosanitaires, et qui s'entourent de grandes précautions tant pour le personnel que pour la production, les exploitants de moindre importance ignorent en partie et parfois totalement l'effet toxique possible au niveau du consommateur. En conséquence, il ne saurait être question de les rendre responsables de traitements abusifs.

Même, s'il y a lieu de penser que les abus ne sont pas très répandus, ils existent néanmoins. Pour rendre le contrôle plus efficace et plus facile, il serait opportun, comme cela se fait déjà dans quelques exploitations, de rendre obligatoire chez tous les producteurs de fruits et légumes la tenue à jour d'un registre des traitements phytosanitaires et d'un livre de récolte.

Le registre de traitements devrait comporter les indications suivantes :

— Date ;
— Fruits ou légumes traités ;
— Lieu du traitement et méthode utilisée ;
— Etendue en surface ;
— Méthode de traitement utilisée ;
— Produit utilisé, concentration et formulation ;
— Quantité totale de produit utilisé ;
— Nom du ou des ouvriers ayant pratiqué le traitement.

Le livre de récolte devrait mentionner :

— La date ;
— Fruit ou légume récolté ;
— Le lieu ;
— En gros, les conditions météorologiques des quinze derniers jours : pluie, humide, temps sec, soleil.

Une telle obligation présenterait plusieurs intérêts : permettre aux inspecteurs de vérifier la mise à jour après chaque traitement et de contrôler si les doses n'ont pas été dépassées, au besoin grâce à des prélèvements aux fins d'analyse dans les cuves à pulvérisation. Au moment de la récolte, vérifier que le délai a bien été respecté serait facile. Toute fraude entraînerait des sanctions sévères. Si, lors d'une

expertise, une quantité excessive de résidu venait à être trouvée sur un fruit ou légume, il serait possible de vérifier les traitements subis et les délais observés. Enfin, lors d'accidents observés chez des ouvriers agricoles et pour les intoxications en milieu rural, le registre de traitement serait d'un grand secours pour estimer le temps d'exposition et authentifier le produit en cause.

ETIQUETAGE ET RECIPIENTS

A cet égard, la législation paraît aussi insuffisante. Bien des auteurs l'ont déjà fait remarquer.

Détaillons un exemple. Nous avons vu, chez un arboriculteur, un emballage portant une étiquette de 150 mm de haut faisant le tour d'un récipient d'une circonférence de 290 mm. Sur 125 mm de haut et 180 mm de large sont données, en lettres de 1 mm de haut, les explications du mode d'emploi et de concentration : une soixantaine de lignes réparties en deux colonnes. C'est seulement en lisant de bout en bout ces explications que nous avons pu nous rendre compte que deux lignes perdues dans le texte présentaient une importance capitale. La première spécifiait l'interdiction de l'usage du produit sur plantes maraîchères. La seconde indiquait que le dernier traitement devait avoir lieu vingt et un jours avant la récolte. Par contre, le nom du produit revenant assez souvent dans ce texte, était à chaque fois écrit en lettres grasses, pour le faire bien ressortir de l'ensemble. Il n'est pas admissible que des indications d'une telle importance ne soient pas mises en relief avec plus de netteté. Il importe qu'au premier coup d'œil sur l'étiquette, l'attention soit attirée : par exemple par une inscritpion côté identité, dans un cercle blanc.

Côté identité, l'étiquette rouge portait en caractères noirs le nom du produit et ses propriétés. Une bande rouge de 25 mm de haut faisait le tour du récipient et portait en deux endroits la mention « poison » en lettres de 5 mm de haut sur une largeur, tête de mort comprise, de 50 mm. La tête de mort faisait elle-même 10 mm de haut. Première remarque : le mot poison n'était pas visible de tous les côtés. En admettant qu'il le fût, il n'était absolument pas possible, dès le premier coup d'œil, de se rendre compte de la toxicité de ce produit, les lettres étant trop petites.

La couleur rouge unie ou verte n'attire pas suffisamment l'attention avec un réflexe immédiat « attention danger ». Ceci n'est guère étonnant. Une quantité innombrable de produits de toutes sortes :

cigarettes, cirage, conserves, en allant jusqu'aux produits d'entretien, en passant par les multiples emballages d'aliments, ont des étiquettes de mêmes couleurs. D'un autre côté, monopoliser une ou plusieurs couleurs à l'unique usage des étiquettes des produits toxiques apparaît difficilement réalisable. Et pourtant, la solution est là. Il ne faut, en effet, pas oublier qu'une bonne partie de notre main-d'œuvre est d'origine étrangère, surtout en milieu rural, et qu'une petite partie seulement sait lire le français, que d'autres sont plus ou moins analphabètes. L'exemple que cite Le Moan [97] est frappant. Des ouvriers nord-africains utilisent du parathion pour détruire les puces de leurs vêtements : sans doute succombèrent-elles, mais avec elles aussi trois des utilisateurs.

Ce serait une erreur de penser que ce propos s'adresse seulement à des illettrés. Les cas ne sont pas exceptionnels de confusions faites entre sacs de produits phytosanitaires et sacs de farine ou de sucre, surtout, lorsque comme on a pu le constater, ces produits toxiques se trouvent dans des armoires de cuisine (*sic !*). Il est indispensable pour éviter toute confusion, d'une part et pour que le premier coup d'œil renseigne sur le contenu d'un emballage d'autre part, que les produits toxiques soient munis d'une étiquette standardisée ou d'un emballage d'une couleur interdite pour toute autre marchandise. La couleur unie étant écartée, il faut opter pour des raies parallèles de couleur différente, alternativement rouge et blanc par exemple. Le choix du vert, trop souvent symbole de choses licites, de passage libre, est assez malheureux ; il est d'ailleurs contesté par certains de nos partenaires du Marché commun.

Deux autres points ont attiré notre attention au cours de notre enquête.

La distinction entre « poison » et « dangereux » n'est guère parlante pour les agriculteurs et les ouvriers. Plus d'un nous a fait confidence d'ignorer totalement où commençait la toxicité d'un produit et cela avec un certain regret. Il est évident que l'information des agriculteurs du risque que représente l'usage des produits phytosanitaires est pratiquement inexistante. Il est permis de se demander si les indications « Ne pas toucher à mains nues », « Eviter de respirer les vapeurs sans masque », « Eviter le contact avec la peau », etc., ne gagneraient pas à être portées sur les étiquettes d'une façon plus apparente, voire au moyen de symboles. En tout état de cause, il est certain que les prospectus devraient être plus détaillés et expliquer plus clairement à l'utilisateur les précautions à prendre. Cette rubrique se trouve, dans trop de cas, rejetée à la fin du prospectus, réduite au minimum, et souvent écrite avec des lettres plus petites que le restant du texte.

Le second fait est la multiplicité des spécialités. Les utilisateurs s'en plaignent souvent. On ne peut évidemment empêcher une libre concurrence commerciale. Le problème réside dans le fait que bon nombre de spécialités d'un même produit contiennent des taux de substance active très variables. Les risques de surdosage, comme de traitements inactifs d'ailleurs, s'en trouvent accrus. En outre, les indications du produit actif et sa concentration sont portées sur les étiquettes avec des lettres nettement moins apparentes que la marque de la spécialité, ce qui fait ressortir ces indications avec peu de netteté. Là encore, les étiquettes devraient être plus parlantes.

En l'absence d'une éducation limitée, mais concrète des utilisateurs, il n'est pas douteux que l'usage d'un nombre de plus en plus grand de produits toxiques devra être réservé à des équipes spécialisées, dûment instruites du danger que représentent ces produits tant au niveau de l'utilisation qu'au niveau du consommateur. Il apparaît en effet risqué que de tels produits puissent être manipulés par n'importe qui, quand on sait à quel protocole il faut se soumettre pour obtenir des spécialités médicales de toxicité équivalente.

* *

Nous avons étudié précédemment les problèmes que soulève le contrôle au niveau de l'utilisateur.

Comment certifier qu'un fruit ou un légume est sain ou contient un taux de résidu trop important si l'on ignore le délai qui a été respecté avant la récolte ?

Que penser des végétaux importés de pays où la législation est toute autre qu'en France et pour lesquels on ne possède aucune garantie au niveau du producteur ?

Ici doit intervenir la méthode de contrôle basée sur les « taux de résidus admissibles ». Elle permet d'établir, d'après des données précises (voir p. 8), si tel fruit ou tel légume peut être accepté sans danger.

Un tel système n'est malheureusement pas applicable actuellement en France, où des taux de résidus admissibles ont été fixés seulement pour le lindane et le malathion dans la farine.

La réalité actuelle d'échanges commerciaux internationaux sur une échelle considérable, l'avènement prochaine de l'Europe sans frontières, font apparaître l'urgente nécessité d'établir, là aussi, une garantie. Ceci demande la création et le financement d'un certain nombre d'unités de recherches réparties sur le territoire. Dans un

premier temps, leur mission serait de fixer par l'expérimentation les taux de résidus admissibles valables pour la France et, par la suite, d'être en mesure de contrôler les résidus dans les aliments. Il est regrettable de constater le retard que la France prend en ce domaine : certains de nos voisins moins importants en superficie et en population, sont déjà pourvus de tels laboratoires. L'établissement d'un contrôle reposant sur les taux de résidus admissibles permet de vérifier la salubrité des aliments, qu'ils proviennent d'une province française ou de l'étranger.

La législation actuelle s'adresse plus particulièrement au producteur : elle lui permet, en respectant les modes d'emploi, de récolter des fruits ou légumes exempts de résidus nocifs. Mais elle ne garantit nullement la santé des consommateurs contre d'éventuels abus ou contre des résidus importants provenant de traitements multiples dans un autre pays à législation différente ou même inexistante. Il apparaît donc que la véritable façon de garantir la santé publique ne peut être réalisée que par l'adjonction du système des « taux de résidus admissibles » à la législation actuellement en vigueur. On serait alors en mesure de garantir la salubrité des aliments tout en donnant à l'agriculteur les moyens qu'il doit employer pour que sa production soit exempte de taux de résidus nocifs.

Ceci est valable pour la France. Mais il est évident qu'à l'échelle européenne ou même mondiale, une garantie sûre contre les risques que représente l'usage des pesticides pour les consommateurs, ne pourra être atteinte que par l'adoption dans les différents pays de données législatives identiques. Un tel accord n'est pas facile à réaliser en raison de la diversité des parasites à combattre selon les latitudes et aussi en raison des énormes capitaux engagés dans la concurrence commerciale par les fabricants de produits phytosanitaires. Les pourparlers pour arriver à un tel accord sont en cours, tant à l'échelle européenne que mondiale. Il importe au plus haut point que des centres de recherche français puissent fournir les données nécessaires pour participer activement à l'élaboration d'une convention internationale.

CONCLUSION

CONCLUSION

Les incidences des résidus de produits phytosanitaires posent des problèmes importants au stade de la consommation.

Nous avons donné un aperçu de la réglementation actuellement en vigueur en France.

Nous avons rappelé ensuite quelques aspects des risques auxquels sont exposés les utilisateurs.

Une grande partie de ce travail, limité aux fruits et légumes, est consacrée aux facteurs qui interviennent dans la formation et la persistance des résidus. A la lumière des expérimentations effectuées, nous avons fourni une étude comparative de la toxicité des produits et des taux de résidus retrouvés dans ces aliments.

Il en ressort que la réalisation de bonnes pratiques agricoles est un facteur très important de salubrité.

Les chapitres suivants sont consacrés à quelques nuisances, à l'usage des antibiotiques et aux risques de cancérisation, et soulignent la nécessité de se préoccuper de ces problèmes.

Les conditions particulières à la conservation des fruits et légumes par appertisation mettent en évidence que le procédé donne, quant aux résidus de pesticides, et comparativement aux denrées à l'état frais, des garanties manifestement supérieures.

Une enquête menée personnellement auprès des producteurs démontre que ceux-ci ne sont pas toujours conscients des dangers qu'implique l'usage des produits phytosanitaires ; les délais réglementaires semblent toutefois généralement respectés.

Pour les problèmes généraux posés par ces produits, nous proposons certaines solutions susceptibles, sinon de supprimer, du moins de diminuer le danger qu'ils représentent. Il s'avère ainsi nécessaire de prévoir, sans délai, le développement des expérimentations toxicologiques, permettant la fixation des taux résiduels admissibles.

Vu, le Doyen :
CORDIER

Vu, le Président de Thèse :
BOYER

Vu et Permis d'imprimer,
le Recteur de l'Académie de Paris :
ROCHE

NOMENCLATURE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES CITES

Nom *	*Groupe*	*Activité*	*Autres appellations*
Alphanaphtylthiourée	Voy. *Antu*		
Agrimycine	Antibiotique	Bactéricide	
Auréomycine	Antibiotique	Bactéricide	
Aminotriazole *	Triazine	Herbicide	Amitrole
Antu *	Naphtylthiourée	Rodenticide	Alphanaphtylthiourée Alphanaphtylthiocarbamide
Aramite	Org. halo.	Insectifuge	
Atriazine	Triazine	Herbicide	
Azinphos-éthyl *	Org. phos.	Insecticide	Gusathion-éthyl Guthion-éthyl Triazotion
Azinphos-méthyl *	Org. phos.	Insecticide	Gusathion-méthyl Guthion-méthyl Métiltriazotion
Binapacryl *	Dinitrobutylphénol	Insecticide Fongicide	Dapacryl
Bouillie bordelaise	Minéraux	Insecticide Fongicide	
Brestan	Organo-stanique	Fongicide	
Camphène chloré	Voy. *Toxaphène*		
Captane *	Phtalamide	Fongicide	Orthocide
Carbaryl *	Carbamate hétérocyclique	Insecticide	Sevin
Carbatène	Dithiocarbamate	Fongicide	
Carbazinc	Voy. *Ziram*		
Carbofos	Voy. *Malathion*		
Carbophénothion *	Org. phos.	Insecticide	Trithion
Chlorbenside *	Org. halo.	Insecticide	
Chlorbenzilate *	Org. halo.	Insecticide	
Chlordane *	Org. halo.	Insecticide	
Chlorfénizon *	Org. halo.	Insecticide	Ovex. P.C.P.P.C.B.S.
Chlorthiépin	Org. halo.	Insecticide	Thiodan. Endosulfan
Chlorthion	Org. halo.	Insecticide	
Cuprèbe	Dithiocarbamate	Fongicide	Coprosan
Cuprosan	Voy. *Cuprèbe*		
Cycloheximide	Antibiotique	Bactéricide	Actidion
2-4 D	Dichlorophénoxyacétique	Herbicide	
Dapacryl	Voy. *Binapacryl*		
D.D.D.	Org. halo.	Insecticide	
D.D.T.	Org. halo.	Insecticide	
Delnav	Voy. *Dioxathion*		
Déméton	Org. phos.	Insecticide	
Déméton-méthyl *	Org. phos.	Insecticide	Métasystox

(*) Les noms portant un astérisque, sont les appellations AFNOR 1965.

Nom *	*Groupe*	*Activité*	*Autres appellations*
Déméton-O-méthyl *	Org. phos.	Insecticide	
Déméton-S-méthyl *	Org. phos.	Insecticide	Métaisosystox Métasystemox I
Diazinon *	Org. phos.	Insecticide	
Dichlone *	Naphtoquinone	Insecticide	
Dieldrine	Voy. *H.E.O.D.*		
Diéthion *	Org. phos.	Insecticide	Ethion. Nialate
Dimefox *	Org. phos.	Insecticide	Hanane
Dimetan	Carbamate hétérocycl.	Insecticide	
Diméthoate *	Org. phos.	Insecticide	Rogor
Dinosèbe *	Dinitrobutylphénol	Herbicide	D.N.B.P.
Dioxathion *	Org. phos.	Insecticide	Delnav
Dipterex	Voy. *Trichlorfon*		
Diquat *	Phénanthrène	Herbicide	Deiquat. Réglone
Disulfoton *	Org. phos.	Insecticide	Thiodéméton
Dithane	Voy. *Zineb*		
Dithane M 22	Voy. *Manèbe*		
Diuron	Urée	Herbicide	
D.N.B.P.	Voy. *Dinosèbe*		
D.N.O.C. *	Dinitrocrésol	Insecticide Herbicide	D.N.C.
D.N.O.P.	Dinitrophénol	Herbicide	
Endosulfan	Voy. *Chlorthiépin*		
Endothion *	Org. phos.	Insecticide	
Endrine *	Org. halo.	Insecticide	Isodrine
E.P.N.	Org. phos.	Insecticide	
Fénizon *	Org. sulfonaté	Insecticide	P.C.P.B.S. Fenson
Fenthion *	Org. phos.	Insecticide	Mercaptophos Baytex. Lebaycid
Fénuron	Urée	Fongicide	
Ferbam *	Dithiocarbamate	Fongicide	Fermate
Gamma H.C.H. *	Org. halo.	Insecticide	Lindane
Griséofulvine	Antibiotique	Fongicide	Griséofuline
Gusathion-éthyl	Voy. *Azinphos-éthyl*		
Gusathion-méthyl	Voy. *Azinphos-méthyl*		
Guthion-éthyl	Voy. *Azinphos-éthyl*		
Guthion-méthyl	Voy. *Azinphos-méthyl*		
H.C.H. *	Org. halo.	Insecticide	B.H.C. Hexachlor
Heptachlore *	Org. halo.	Insecticide	
H.E.O.D. *	Org. halo.	Insecticide	Dieldrine
H.E.P.T.	Org. halo.	Insecticide	
H.H.D.N. *	Org. halo.	Insecticide	Aldrine
Isochlorthion	Org. phos.	Insecticide	

Nom *	*Groupe*	*Activité*	*Autres appellations*
Isolan	Carbamate hétérocyclique		
Karathane	Crotonate	Fongicide	
Kelthane	Carbinol	Insecticide	
Lebaycide	Voy. *Fenthion*		
Lindane	Voy. *Gamma H.C.H.*		
Malathion *	Org. phos.	Insecticide	
Manèbe	Dithiocarbamate	Fongicide	Dithane M 22
M.C.D.A.	Aryloxy-acide	Herbicide	
M.C.P.P.	Voy. *Mécoprop*		
Mercaptophos	Voy. *Fenthion*		
Méthyl-parathion	Voy. *Parathion-méthyl*		
Métasystox	Voy. *Déméton-méthyl*		
Métasystemox	Voy. *Déméton-méthyl*		
Métaisosystox	Voy. *Déméton-S-méthyl*		
Métasystemox I	Voy. *Déméton-S-méthyl*		
Métasystemox R	Voy. *Oxydéméton*		
Méthoxychlore *	Org. halo.	Insecticide	Diméthoxy-D.T.D.MD.T.
Mévinphos *	Org. phos.	Insecticide	Phosdrine Mévinoxon
Monuron *	Urée	Herbicide	
2-4-M.C.P.A. *	Phénol	Herbicide	M.C.P.
2-4-M.C.P.B. *	Phénol	Herbicide	
Nabam	Dithiocarbamate	Fongicide	
Néburon *	Urée	Herbicide	
Néomycine	Antibiotique	Bactéricide	
Nicotine	Végétal	Insecticide	
Nistatine	Antibiotique	Fongicide	
O.M.P.A.	Voy. *Pestox III*		
Oxydéméton-méthyl *	Org. phos.	Insecticide	Métasystemox R
Parathion *	Org. phos.	Insecticide	Thiophos
Parathion-méthyl *	Org. phos.	Insecticide	Méthyl-parathion
P.C.P.	Phénol	Herbicide	
P.C.P.B.S.	Voy. *Fénizon*		
P.C.N.B.	Voy. *Quintozène*		
P.C.P.P.C.B.S.	Voy. *Chlorfénizon*		
Pénicilline	Antibiotique	Bactéricide	
Pentachlorophénol	Phénol	Fongicide	
Perthane	Org. phos.	Insecticide	
Pestox III	Org. phos.	Insecticide	O.M.P.A. Schradan
Phaltane	Phtalamide	Fongicide	
Phenkapton *	Org. phos.	Insecticide	
Phénothiazine	Benzoparathiazine	Insecticide	

Nom *	*Groupe*	*Activité*	*Autres appellations*
Phosdrine	Voy. *Mévinphos*	Herbicide	
Phosphamidon *	Org. phos.	Insecticide	
Pomarsol	Voy. *Thirame*		
Prothoate *	Org. phos.	Insecticide	Triméthoate. F.A.C.
Pyréthine	Végétale	Insecticide	
Quintozène *	Chloronitrobenzène	Fongicide	P.C.N.B. Saniclor
Rhimicidine	Antibiotique	Bactéricide	
Rogor	Voy. *Diméthoate*		
Roténone	Végétale	Insecticide	
Saniclor	Voy. *Quintozène*		
Schradan	Voy. *Pestox III*		
Sévin	Voy. *Carbaryl*		
Simazine *	Triazine		
Streptomycine	Antibiotique	Bactériostatique	
Sulfotep *	Org. phos.	Insecticide	Dithio T.E.P.P. T.E.D.P. Thiotep.
Systemox	Voy. *Déméton*		
Systox	Voy. *Déméton*		
Tédion	Voy. *Tétradifon*		
T.E.P.P.	Org. phos.	Insecticide	
Terramycine	Antibiotique	Bactériostatique	
Tétradifon *	Org. halo.	Insecticide	Tédion
Thimet	Org. phos.	Insecticide	
Thiométon	Org. phos.	Insecticide	
Thiophos	Voy. *Parathion*		
Thirame *	Dithiocarbamate	Fongicide	T.M.T.D.
T.M.T.D.	Voy. *Thirame*		
Toxaphène	Org. halo.	Insecticide	Chlorocamphène Camphène chloré
Trichlorfon *	Org. phos.	Insecticide	Dipterex
Triméthoate	Voy. *Prothoate*		
Ziram *	Dithiocarbamate	Fongicide	
Zineb *		Fongicide	Dithane

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE DES OUVRAGES CITES

1. Adam (W.B.). — « The tainting of canned and quick fozen fruit and vegetables. » *Fruit and Vegetables Canning Quick Freezing Res. Assoc. Eng. Technical Memorandum,* 1956, n° 13, III ; 1957, n° 20, IV ; 1958, n° 27, VII ; 1959, n° 29, IV ; 1960, n° 35, IV ; 1961, n° 38, II ; 1964, n° 53, VI.

2. Alessandrini (M.E.). — « Residui insecticidi negli olii d'oliva. » *III^e Symposium sur les Substances Etrangères dans les Aliments,* Como, mai 1957, p. 260.

3. Ambrosio (A.D.). — « Problemi tossicologici derivati dall'uso di additivi aventi lo scopo di augmentare la produzione degli alimenti. » *III^e Symposium sur les Substances Etrangères dans les Aliments,* Como, mai 1957, p. 127.

4. Ardle (M.C.-F.J.), Martzki (A.N.), Wilney (R.C.) et Modrey (M.G.). — « Pesticides and food flavour. Influence of herbicides on processed fruits and vegetables. » *J. Agric. Food Chem.,* May-June 1961, 9, 3, p. 228.

5. Arterberry (J.D.), Bonifaci (R.W.), Nash (E.W.), Quinby (G.E.). — « Potentiation of phosphorus insecticides by phenothiazine derivatives. » *J. Amer. Med. Assoc.,* 24 novembre 1962, *182,* p. 848.

6. Auclair (J.), Vassal (L.). — « Fréquence des antibiotiques dans le lait en France. » *Soc. Franç. de Microbiologie, Ann. Inst. Pasteur,* Lille, 9 janvier 1964.

7. Autret (M.). — « Nutrition et agriculture. » *Cours sur la Nutrition,* septembre-octobre 1958, p. 131 ; — Cent. Int. de l'Enfance, Paris.

8. Barnes. — « Toxicité pour l'homme de certains pesticides. » *O.M.S.,* Genève, 1954, Monographie 16.

9. Bayer (Ets). — *Pflanzenschutz-nachrichten,* 1962, *15,* 3.

10. Bourdin (J.S.), Saracino (R.T.). — « De l'influence du traitement antiparasitaire arsenical de la vigne sur le développement de certains cancers cutanés. » *I^er Congr. Int. Méd. Agric.,* Tours, juillet 1961, p. 117.

11. Boyer (J.), d'Arglejean (G.). — « Problèmes actuels de l'eau potable dans les grandes agglomérations. » *Méd. Prat.,* février 1962, 242, p. 56.

12. Boyer (J.), Prunier (Ph.), d'Arglejean (G.). — « Sur quelques inconvénients découlant des progrès de l'hygiène alimentaire. » *Conc. Méd.*, 1963, 31-32, p. 4563.

13. Burke (J.). — « Programmed temperature gas chromatography (P.T.G.C.) and microcoulometric detection of chlorinated insecticides. » *J. A.O.A.C.*, 1963, *46*, 2, p. 198.

14. Burke (J.), Johnson (L.). — « Investigations in the use of the microcoulometric gas chromatograph for pesticide residus analysis. » *J. A.O.A.C.*, 1962, *45*, 2, p. 348.

15. Catron (D.). — « Antibiotics in animal nutrition. » *3rd Int. Congr. of Nutr.*, Amsterdam, septembre 1954, p. 414.

16. Célice (J.), Fournel (J.), Hillion (P.), Barthelme (J.), Roger (S.). — « Traitement des intoxications humaines dues aux dérivés organophosphorés par les méthodes classiques et le sulfométhylate de l'alpha-pyridylaldoxine (R.P. 7676). » *Arch. Mal. Prof.*, 1961, *22*, 3.

17. Célice (J.), Fournel (J.). — « Emploi d'un réactivateur dans les intoxications expérimentales par les insecticides organophosphorés. » *Arch. Mal. Prof.*, 1961, *22*, 3.

18. Célice (J.), Fournel (J.). — « Traitement des intoxications par les insecticides organophosphorés. » *I^er Congr. Int. Méd. Agr.*, Tours, juillet 1961, p. 114.

19. Célice (J.). — « Etude clinique et traitement de quelques intoxications par les pesticides. » *Arch. Mal. Prof.*, 1961, *22*, p. 243.

20. Célice (J.). — « Intoxication par les pesticides. » *Rev. du Prat.*, 11 avril 1963, *XIII*, 11, p. 1299.

21. Chwat (M.). — « Désinsectisation par voie aérienne et contrôle médical des travailleurs. » *I^er Cong. Int. Méd. Agric.*, Tours, juillet 1961, p. 109.

22. C.I.P.C. Colloque. — « Influence des résidus des pesticides sur les produits végétaux de conserve. Résumé des communications présentées à la Journée Technique d'Etudes organisée par le Comité International Permanent de la Conserve à Bruxelles, octobre 1958. » *Rev. Cons.*, juillet-août 1959, 14, 5, p. 86.

23. « Les conserves devant l'opinion et la recherche médicale. » Paris, Lib. Arnette, 1959.

24. Cook (J.W.). — « Progress report on collaborative pesticide residue methods studies in North America. » *Vth Int. Pestic. Congr.*, London, July 1963.

25. Crang (A.), Clarke (G.M.). — « Effects of some fungicides on the flavour of fruits and syrups. » *J. Sc. Food Agric.*, 1961, 12, 3, p. 227.

26. Cueto (C.), Hayes (W.J. Jr). — « The detection of dieldrin metabolites in human urine. » *Agric. and Food Chim.*, septembre-octobre 1962, *10*, p. 366.

27. Davis (E.F.), Tuma (B.L.), Lee (L.C.). — *Hand-book of Toxicology.* Vol. V. Fungicides. Philadelphia and London, W.B. Saunders Company, 1959.

28. Decleire (M.), Faestraets (L. de). — « Etude de la persistance des résidus d'insecticides dans divers légumes frais, blanchis et stérilisés. » *I.N.A. C.O.L.*, Wesembeek-Ophem, Belgique, 8 juin 1959, Rapp. 239.

29. Decleire (M.). — « Problèmes des résidus d'insecticides dans l'industrie de la conserve. » *I.N.A.C.O.L.*, mai 1960, Rapp. 258.

30. Decleire (M.), Dormal (S.), Martens (P.F.). — « Persistance des résidus de pesticides dans les légumes pour la conserve. » *Rev. Cons.*, octobre 1961, 16, 6, p. 143.

31. Dehove (R.A.). — « La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires. Répression des fraudes et contrôle de la qualité. » Paris, Ed. Commerce, 1964.

32. Dormal (S.). — « Les résidus de pesticides dans les fruits et légumes. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 232.

33. Dormal (S.). — « Etude de la persistance des résidus de pesticides dans les fruits et légumes frais. » *Journ. Tech. du Comité Int. Perm. de la Cons.*, Bruxelles, octobre 1958.

34. Dormal (S.), Martens (P.H.), Decleire (M.), Faestraets (L. de). — « Etude de la persistance de résidus d'insecticides dans divers légumes frais blanchis et stérilisés. » *Bull. Inst. Agron. et St de Rech. de Gembloux*, 1959, *XXVII*, n° 2, p. 137.

35. Dormal (S.), Martens (P.H.). — « Etude de la persistance de résidus d'insecticides dans les cerises et les pêches. » *Rev. Agric.*, juin 1959, 12^e année, n° 6.

36. Dormal (S.). — « Nutritional aspect of pesticides and the use of agricultural chemicals. » *Vth Int. Congr. on Nutr.*, Washington, septembre 1960.

37. Dormal (S.). — « Application de la mesure de l'inhibition des cholinestérases au dosage des résidus de pesticides. » *Medelelingen van de landbouwhogeschool en de opzoekings-stations van de staat te Gent*, 1961, *D.E.E.L. XXVI*, n° 3, p. 1508.

38. Dormal (S.), Nangniot (P.). — « Etude de la persistance des résidus d'étain organique sur céleris frais et stérilisés. » *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 1941, *10*, pp. 39-44.

39. Dormal (S.). — « Etude de la persistance des résidus de différents pesticides sur fruits et légumes. » *J. Pharm. Belgique,* mai-juin 1962, n^{os} 5-6, p. 164.

39 *bis.* Dormal (S.). — « Etat actuel des réglementations relatives aux résidus de pesticides dans les denrées alimentaires. » *Congrès Int. des antiparasitaires,* Naples, mars 1965.

40. Dourrow (S.). — « Compte-rendu du huitième Congrès International du cancer à Moscou. » *Pres. Med.,* 29 septembre 1962.

41. Van den Driessche (S.). — « Influence de la stérilisation sur les résidus de l'H.C.H. dans la conserve. » *Rev. Cons.,* janvier-février 1958, *13, I,* p. 27.

41 *bis* Duchon (L.). — « Des appréhensions qu'apporte la présence des antibiotiques dans le lait et des incidences possibles de l'antibiothérapie sur les dissémination infectieuses. » *Rev. Path. Géné. et Comparée,* février 1953, *645,* p. 216.

42. Durham (W.F.), Wolfe (H.R.). — « Studies on some potential health hazards associated with insecticide residues on pome fruits. » *Wash. State Hort. Assoc. Proc.,* 1959, *55,* p. 127.

43. Durham (W.F.). — « Analytic methods for pesticides and antibiotics in food. » *The Public Health Lab.,* may 1961, *19, 3,* p. 47.

44. Durham (W.F.), Armstrong (J.F.), Upholt (W.M.), Heller (C.). — « Insecticide content of diet and body fat of alaskan natives. » *Science,* 8 décembre 1961, *134,* 3493, p. 1880.

45. Durham (W.F.), Wolfe (H.R.). — « Measurement of exposure of workers to pesticides. » *Bull. Org. Mond. Santé,* 1962, *26,* p. 75.

46. Durham (W.F.), Hayes (W.J. jr.). — « Organic phosphorus poisoning and its therapy. » *Arch. of Environmental Health.,* july 1962, *5,* p. 21.

47. Durham (W.F.), Ortega (P.), Hayes (W.J.). — « The effect of various dietary levels of DDT on liver function cell., morphology and DDT in the rhesus monkey. » *Arch. Int. Pharmacodyn.,* 1963, *CXLI, 1, 2,* p. 111.

48. Durham (W.F.). — « Pesticide residues in foods in relation to human health. » *Residue Rev., 4,* p. 33, Springer. Verlag, Berlin 1963, Göttingen Heidelberg.

49. Durocher (J.), Lagneau (Ch.). — « Sur les inconvénients que peuvent présenter en conserverie les résidus de certains produits anticryptogamiques ayant été utilisés pour le traitement des fruits. » *Note à l'Acad. d'Agric. de France par M. Lemoigne,* 3 décembre 1952.

50. L'Epée (P.), Lazarini (H.J.), Dervillée (E.), Clus, Coursan (P.). — « 12 cas d'intoxications professionnelles par l'arséniate de plomb apparus dans la même commune rurale. » *1er Congr. Int. Med. Agric.,* Tours, juillet 1961, p. 112.

51. Esch (G.H.), Van. — « The toxicity of the antioxidants prophyl-octyl and dodecylgallate. » *3rd. Int. Congr. of Nutri.,* Amsterdam, septembre 1954, p. 415.

52. Fabre (R.), Truhaut (R.). — « Précis de toxicologie. » *Sedes,* Paris, 1960-1961.

53. Fabre (R.), Truhaut (R.). — « Toxicologie des produits phytopharmaceutiques. » *Sedes,* Paris, 1954.

54. Fazer (A.C.). — « Some complications in the interpretation of toxicity test applied to the study of intentional food additives. » *3rd Int. Congr. of Nutr.,* Amsterdam, septembre 1954, p. 418.

55. F.I.P.A.L. Documentation. « Utilisation des insecticides et autres produits apparentés. » Septembre 1963, n° 5.

56. F.I.P.A.L. Documentation. « Que penser des pesticides » par J. Strohm et Ganschow C., janvier 1964, n° 7.

57. Fourgoux (J.Cl.), Cheftel (H.). — « Statut juridique des produits alimentaires conservés. » *Ed. Altil.,* Paris 1963.

58. Frear (D.E.H.). — « Pesticide index. » Collège Sc. Publ. state College P.A.

59. Frear (D.E.H.). — « Chimistry of the pesticides. » *3rd Ed.,* D. Van Nostrand, 1955, New-York, Toronto, London.

60. Fredriksson (T.), Bigelow (J.K.). — « Tissue distribution of P 32 labeled parathion. » *Arch. of Envir.* Health, june 1961, *2,* p. 663.

61. Fredriksson (T.), Farrior (W.L.), Witter (R.F.). — « Studies on the percutaneous absorption of parathion and paraoxon I. » *Acta Derm.,* Venero, 1961, *41,* p. 335.

Fredriksson (T.). — « Studies on the percutaneous absorption of parathion and paraoxon II. » *Acta Derm.,* Venero, 1961, *41,* p. 344.

Fredriksson (T.). — « Studies on the percutaneous absorption of parathion and paraoxon III. » *Acta Derm.,* Venero, 1961, *41,* p. 353.

62. Fredriksson (T.). — « Percutaneous absorption of parathion and paraoxon. » *Arch. of Envir.,* Health, august 1961, *3,* p. 185.

63. Gaines (T.B.). — « Poisoning by organic phosphorus pesticides potentiated by phenothiazine derivatives. » *Science,* 14 décembre 1961, *138,* p. 1260.

64. Gaultier (M.M.), Fournier (E.), Gervais (P.). — « Les intoxications par les pesticides dix-huit mois d'activité d'un Centre antipoison. » *1er Congr. Int. Med. Agric.,* Tours, juillet 1961, p. 105.

65. Van Genderen (H.). — « Pesticides as a source of food contamination. » *3rd Int. Congr. of Nutr.,* Amsterdam, septembre 1954, p. 430.

66. Getz (M.E.). — « Six phosphate pesticides residues in greenleafy vegetables Cleanup method and paper chromatographic identification. » *J. of the A.O.A.C.*, février 1962, *45*, p. 393.

66 *bis*. Gilles (G.), Dormal (S.), Dardenne (G.). — « Importance et évolution des résidus de thiram (T.M.T.D.) sur fraises. » *Bull. Inst. Agro. et Stat. Rech. de Gembloux*, 1962, *XXX*, n°s 1-2.

67. Gilpin (G.L.) et all. — « Effect of benzene hexachloride sprays on the flavour of fresh, frozen and canned peach. » *J. Agric. Food. Chem.*, 21 juillet 1954, *2*, *15*, p. 781. Res. ex Bull. I.N.A.C. I.

68. Gould (W.A.), Sleesman (J.P.), Rings (R.W.) and coll. — « Flavour evaluation of canned fruits and vegetables traited with never organic insecticides. » *Food Techn.*, 1951, 5, 4, p. 129.

69. Gounelle (H.). — « Données pratiques sur l'alimentation de l'enfant d'âge scolaire (cinq à quinze ans). » *Sem. Méd.*, 1951, *27*, n° 19.

70. Gounelle (H.), Simonnet (H.), Robey (M.), François (A.). — « Etude sur le régime alimentaire de la femme enceinte. Une ration type. » *Gyn., Obst.*, 1953, *52*, 2, p. 174.

71. Gounelle (H.), Pointeau-Pouliquen (M.A.). — « Engrais chimique et valeur nutritive des plantes. » *Equilibres*, Paris, 1962.

72. Gounelle (H.), Boudène (C.) et Marnay (C.). — « La teneur en bore des oranges et l'incidence des traitements de conservation par produits à base de bore sur les taux de bore et de vitamine C. » *Ann. Nutr. et Alim.*, sous presse.

72 *bis*. Gounelle (H.). — Antibiotiques et aliments. Sur l'opportunité de formuler plus clairement certains principes. (*Bull. Acad. Nat. de Méd.*, 1965, *149*, p. 132.

73. Gunther (F.A.). — « Persistance of pesticides to natural or artificial degradative action : methodes of elimination of pesticides residues. » *III*e *Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 281.

74. Hamann (V.). — « Contrôle des substances ajoutées aux aliments dans la République Fédérale d'Allemagne. » *Coll. F.A.O. Cont. des Subst. Ajoutées aux Alim.*, Rome, 1963, Cah. 7.)

75. Hard (M.), Ross (E.). — « Flavor changes of some fruits and vegetables treated pesticides. » *J. Agric. Food Chem.*, juin 1959, 7, 6, p. 434.

76. Hayes (W.J. Jr). — « Agricultural chemicals and public health. » *U.S. Dept. of Health Educ. and Welfare*, octobre 1954, 19, 10, p. 893.

77. Hayes (W.J. Jr), Durham (W.J.), Cueto (C. Jr). — « The effect of known repeated oral doses of chlorophenothane (D.D.T.) in man. » *J. Amer. Med. Ass.*, 27 octobre 1956, *162*, p. 890.

78. Hayes (W.J. Jr). — « Dieldrin poisoning in man. » *Publ. Health Rep.*, 12 décembre 1957, *72*, p. 1087.

79. Hayes (W.J. Jr). — « Toxicity of dieldrin to man. Report on a survey. » *Bull. O.M.S.*, 1959, 20, p. 891.

80. Hayes (W.J. Jr). — « Pesticides in relation to public health. » *Ann. Rev. of Entom.*, 1960, *5*, p. 379.

81. Hayes (W.J. Jr). — « Hazards associated with unintentional food additives. » *Chem. and Biol. Haz. in Foods*, 10-12 mai 1962, Sect. 10, p. 142.

82. Hayes (W.J. Jr). — « The toxicity of chemosterilisants. » *The Pharmacolog.*, Spring, 1963, 5, 1, p. 63.

83. Index des Produits Phytosanitaires. — Fonds National de la Vulgarisation du Progrès Agricole, A.C.T.A.F.N.G.P.C., 18, rue de l'Arcade, Paris-8e, 1962.

84. Jacquot (R.), Adrian (J.). — « Les besoins quantitatifs des diverses vitamines en fonction des constituants du régime autres que vitaminiques. » *Ann. Nutr. et Alim.*, 1964, *18*, C 41.

85. Klimmer (O.R.). — « Toxicität der ruckstande organische schadlingsbekampfung-sbekampfungsmittel in nahrungsmittel directe und indirecte wirkungen. » *IIIe Symp. Subs. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 190.

86. Koivistoinen (P.). — « Studies on the dispearance of malathion from plants materials. » *X Ann. Acad. Scien. Fennicae*, Helsinki, 1961, Series A, IV, Biologica, 51.

87. Koivistoinen (P.). — « The effect of sunlight on the dispearance of parathion residues. » *Acta Agric. Scand.*, 1962, XII, 4, p. 285.

88. Koivistoinen (P.), Merilainen (M.). — « Paper chromatographie studies on the effect of ultra-violet light on parathion and its derivates. » *Acta Agric. Scand.*, 1962, XII, 4, p. 267.

89. Koivistoinen (P.), Aaltonen (P.), Roine (P.), Raukola (H.). — « Parathion residues on berries and their fate in preservation processes. » *Acta Agric. Scand.*, 1962, XII, 4, p. 277.

90. Laborie (F. et R.). — « L'allergie professionnelle en agriculture. Nouveaux aspects pathogéniques préventifs et thérapeutiques. » *Arch. Mal. Prof.*, 1962, *23*, 10, 11.

91. Laborie (F. et R.). — « L'allergie professionnelle en agriculture. » *Inf. Rap. Méd. Prat.*, 15 octobre 1963, p. 16.

92. Lafuerza (A.). — « Qu'est-ce que le Fenthion ? » *Déf. des Végét.*, juillet-août 1963, 100.

93. Lategan (A.W.). — « Produits chimiques agricoles et hygiène alimentaire. Une base de législation internationale. » *III^e Symp. Substr. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 326.

94. Laug (E.P.), Mikalis (A.), Bollinger (M.H.), Dimitroff (J.M.), Dufy (D.), Pillsbury (H.C.), Loy (H.W.), Millis (P.A.). — « Total diet study : A) Strontium 90 and cesium 137 content ; B) Nutrient content ; C) Pesticide content. » *J. of the A.O.A.C.*, 1964, *46*, 4, p. 749.

95. Lebreton (R.), Garat (J.). — « Contribution du laboratoire au diagnostic de quelques intoxications par les pesticides. » *I^er Congr. Int. Méd. Agric.*, Tours, juillet 1961, p. 98.

96. Le Moan (G.). — « Problème analytique posé par la détection et le dosage des résidus de pesticides. » *Ann. Fals. Exp. Chim.*, février 1962, 55, p. 63.

97. Le Moan (G.). — « Intoxications par les pesticides. Etude chimique et toxicologique. » *Arch. Mal. Prof.*, 1961, *22*, 4, 5.

98. Le Moan (G.). — « Danger des pesticides. » *Bull. Ord. Pharm.*, juillet 1962, suppl. au n° 87.

99. Le Moan (G.). — « Problèmes posés par les résidus des pesticides dans l'alimentation. » *Conf. Palais de la Découverte*, Paris, 14 mars 1964, A.306.

99 *bis*. Le Moan (G.) et Bailly (F.). — « Effets des traitements des végétaux par les pesticides sur les caractères organoleptiques des aliments. » (*L'Aliment et la Vie*, 1964, *52*, 247.

100. Liste des Spécialités Insecticides autorisées à la vente au 1^er janvier 1964. Publiées sous le contrôle du Service de la Protection des Végétaux, Paris, Ed. S.E.P., 1964.

100 *bis*. Martens (P.H.). — « Résultats des recherches (1957-1960). » *Centre de Recherches de Phytopharmacie*, Gembloux, Belgique.

101. Martens (P.H.), Caussin (R.), Dardenne (G.), Bolly (L.), Biston (R.). — « Influence des opérations de fabrication sur l'élimination des résidus de pesticide. I. Elimination des résidus de parathion et de zineb sur les épinards. » *I.N.A.C.O.L.*, février 1962, Rap. 284.

102. Martens (P.H.) et coll. — « Influence des opérations de fabrication sur l'élimination des résidus de pesticides. II. Elimination des résidus de zineb et de métriam sur épinards et haricots. » *I.N.A.C.O.L.*, octobre 1963, Rap. 309.

102 *bis*. Martens (P.H.). — « Rapport d'activité 1964. » *Centre de Recherche de Phytopharmacie*, Gembloux, Belgique.

103. Ménard (E.). — « Aspect particulier de l'allergologie en milieu agricole. » *I^er Congr. Int. Méd. Agric.*, Tours, juillet 1961, p. 62.

104. The Merck Index of Chemicals and Drugs. — 7th Ed. Merck and Co Rahway, New York, 1960.

105. Millis (P.A.). — « Detection and semi quantitative estimation of chlorinated organic pesticide residues in food by paper chromatography. » *J. of the A.O.A.C.*, 1959, *42*, 4, p. 734.

106. Millis (P.A.). — « Collaborative study of certain chlorinated organic pesticides in dairy products. » *J. of the A.O.A.C.*, 1961, *44*, 2, p. 171.

107. Mitchell (L.C.). — « Separation and identification of chlorinated organic pesticides by paper chromatography. XI. A study of 114 pesticide chemicals technical grades produced in reference standards. » *J. of the A.O.A.C.*, 1958, *41*, 4, p. 781.

108. Mitchell (L.C.). — « The effect of ultraviolet (2537 A) on 141 pesticide chemicals by paper chromatography. » *J. of the A.O.A.C.*, 1961, 44, 4, p. 643.

109. Muns (R.P.), Stone (M.W.), Foley (F.). — « Residues in vegetables crop following soil application of insecticides. » *J. Econ. Ent.*, 1960, 53, 5, p. 832 ; — *Rev. Appl. Ent. A.*, 1961, 49, 8, p. 411 ; — *Abst. B.F.M.I.R.A.*, décembre 1961, 14, 12, p. 487.

110. Murphy (E.F.) et al. — « Pesticides and food flovour. Effect of insecticides and fungicides on the flavour quality of fruit and vegetables. » *J. Agric. Fd. Chem.*, 1961, 9, 3, p. 214 ; — *Abst. B.F.M.I.R.A.*, octobre 1961, 14, 10, p. 408.

111. Negherbon (W.O.). — « Hand-book of toxicoloty ». Vol. 3. Philadelphia and London, 959, W.B. Saunders Company, 1959.

112. O.M.S. - F.A.O. — « Evaluation de la cancérogénécité des additifs alimentaires. » *Rap. Tech.*, O.M.S., Genève, 1961, 220.

113. O.M.S. - F.A.O. — « Evaluation de la toxicité de certains antiseptiques et antioxydants. » *Rap. Tech.*, O.M.S., Genève, 1962, n° 228.

114. O.M.S. - F.A.O. — « Principes devant régir la protection de la santé des consommateurs à l'égard des résidus de pesticides. » *Rap. Tech.*, Genève, 1962, n° 240.

115. O.M.S. - F.A.O. — « Question de santé publique posée par l'introduction d'antibiotiques dans les aliments de l'homme et des animaux domestiques. » *Rap. Tech.*, Genève, 1963, n° 260.

116. O.M.S. - F.A.O. — « Normes d'identité et de pureté pour les additifs alimentaires. » Vol. I et II. O.N.U. pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, 1963.

117. O.M.S. - F.A.O. — « Normes d'identité et de pureté pour les additifs alimentaires et évaluation toxicologique : émulsifiants, stabilisants, décolorants, maturants. » *Rap.*, 1964, n° 35.

118. Pearce (G.W.), Mattson (A.M.), Hayes (W.J. Jr). — « Examination of human fat for the presence of D.D.T. » *Science*, 5 septembre 1952, *116*, 3010, p. 254.

119. Périer de Féral (M.G.). — « Comment comprendre la déclaration des substances étrangères dans les aliments. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 392.

120. Pesticide Chemicals Regulations under the Federal Food, Drug and Cosmetic act. Part. 120. Ch. I. Tit. 21. Code of federal regulations. U.S. Department of Health Education and Welfare. Food and Drug Administration. Reprinted from the federal Register of Dec. 6, 1962.

121. Picou (E.), Péruchon de Brochard (J.). — « Toxicité pour les volailles des insecticides et autres pesticides. » *B.N.A.*, Marseille, décembre 1959.

122. Pointeau-Pouliquen (M.A.). — « Enquête sur l'alimentation du travailleur du bâtiment. » *Bul. Inst. Nat. Hygiène*, juillet-août 1962, *17*, 4, p. 685.

123. Quinby (G.E., M.D., M.P.H.), Wenatcher, Lemmon (A.B.), Sacramento (A.B.). — « Parathion residues as a cause of poisoning in crop workers. » *The J. of the Amer. Med. Ass.*, 15 février 1958, vol. 166, p. 740.

124. Quinby (G.E.), Clappison (G.B.). — « Parathion poisoning. » *Arch. Envir. Health*, novembre 1961, *3*, p. 538.

125. Reith (J.F.). — « Residues of toxics elements derived from pesticides on and in vegetables and fruit. Toxicity. Tolerance. Safety factors. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 174.

126. Roche (L.), Marin (A.). — « Organisation d'un centre de pathologie toxique. » *I^er Congr. Int. Méd. Agric.*, Tours, juillet 1961, p. 96.

127. Scarlatescu (G.H.), Constantinescu (El.), Nesterov (V.). — « Contributii la cunoasterea influentei insecticidelor utilizate in combaterea daunatorilor padurii in R.P.R. Asupra vinatuloo. » *Studii si Cercetari*, mars 1963, vol. XXIII A, p. 119.

128. Schormuller (J.). — « Lehrbuch der lebensmittelchimie. » Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer Verlag, 1961.

129. Schuphan (W.), Weinmann (I.). — « Die anwendung kunstlicher reifemassnahmen bei obst und ihre auswirkung auf die nahrungsmittelhygiene. » *III^e Symp. Subst. Etr. Aliment.*, Como, mai 1957, p. 333.

130. Séminaire organisé dans le cadre de l'Inst. Nat. Méd. Agr. à la Clinique Toxicologique de l'Hôp. Fernand Widal, Paris, juillet 1963. — « Intoxication par les pesticides. » R. Collin, E. Fournier, M. Gaultier, P. Gervais, J. Vacher, G. Vallet.

131. Shabad (L.M.). — « Sur les substances cancérigènes et en particulier le 3-4 benzopyrène dans les produits alimentaires fumés et les mesures de prophylaxie. » *Ann. Fals. Exp. Chim.*, décembre 1961, 636.

132. Simmons (S.W.), Hayes (W.J. Jr). — « Relative toxicity of insecticides. » *Soap and Sanitary Chem.*, décembre 1951.

133. Siriez (H.). — « Quid de la santé humaine ? Quid de l'agriculture américaine ? Quid de la faim dans le monde ? » *Phytoma*, 1963, *15 A*, 150, p. 37.

134. Smith (J.V.), Street (J.C.), Schultz (G.R.), Harris (L.E.). — « Dieldrin residue on vegetation in an irrigated pasture. » *J. of Econ. Entom.*, décembre 1961, *54*, 6, p. 1091.

135. Souci (S.W.), Mergenthaler (E.). — « Fremdstoffe in lebensmittel. » München, Verlag von J.F. Bergmann, 1958.

136. Souverain (R.). — « Note sur l'étiquetage des aliments. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim., Como*, mai 1957, p. 414.

137. Souverain (R.). — « Recherches du point de vue de la santé publique des bases pour une réglementation internationale des pesticides. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 310.

138. Souverain (R.). — « Sécurité et hygiène du travail et protection sanitaire dans l'agriculture. Prévention des accidents du travail et maladies professionnelles dus aux pesticides, améliorants des plantes et engrais chimiques. » *Rap.*, 29 octobre 1962, à la C.E.E., Bruxelles.

139. Thénard (J.). — « Le rogor. » *Déf. des Vég.*, 14^e année, mars-avril 1960, 80.

140. Triaca (H.), Péruchon de Brochard (J.). — « Influence sur la santé du consommateur de l'addition de substances chimiques aux aliments. » *B.N.A.*, Marseille, 8 mai 1957, Rap. G. 219.

141. Truffert (R.). — « Les oligo-éléments dans les aliments. » *3rd Int. Congr. of Nutr.*, Amsterdam, septembre 1954, p. 427.

142. Truhaut (R.). — « Sur les dangers de cancérisation pouvant résulter de la présence de résidus de pesticides dans les aliments. » *Phytriatrie et Phytopharcie*, n° spéc. 1955, p. 57.

143. Truhaut (R.), Viel (G.). — « Sur la prévention des risques de nocivité pouvant provenir de la présence de pesticides dans les aliments végétaux. » *Phytiatrie et Phytopharmacie*, 1956, n° 3.

144. Truhaut (R.), Viel (G.). — « Les possibilités de contamination des aliments par des produits phytopharmaceutiques. » *Bull. Soc. Scient. Hyg. Alim. Alimentation*, 1956, *44*, n° 5, 4, 6.

145. Truhaut (R.). — « L'évolution des idées sur la nocivité des substances étrangères incorporées volontairement ou fortuitement dans les aliments. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 144.

146. Truhaut (R.). — « Aperçus sur les risques de nocivité pouvant résulter de la présence de résidus de pesticides dans les aliments, méthodes de prévention. » *III^e Symp. Subst. Etr. Alim.*, Como, mai 1957, p. 205.

147. Truhaut (R.), Boudène (C.). — « Microdosage du mercure dans les denrées alimentaires. » *Ann. Fals. et Exp. Chim.,* 1962, n° 656-657.

148. Truhaut (R.), Viel (G.). — « Lutte antiparasitaire et toxicité. » *Bull. Tech. Inform. des Ingénieurs des Serv. Agric.,* 1962, n° 167, II-III.

149. Truhaut (R.). — « L'évaluation toxicologique des pesticides et l'établissement des tolérances concernant les résidus dans les denrées végétales. » *Communication* du 22 mai 1963 à la Soc. Fr. de Phyt. et Phytopharm.

150. Truhaut (R.), Souverain (R.). — « Contrôle des substances ajoutées aux aliments en France. » *F.A.O.,* 1964, n° 6.

151. Vaille (Ch.), Stern (G.). — « Réglementation des substances vénéneuses. Les toxicomanies. » Paris, Ed. du Creuset, 1957.

152. Vallet (G.). — « Les intoxications en milieu rural. » Tours, Ed. Fac. Méd. et Pharm., 1964.

153. Viel (G.). — « Le problème des traces de pesticides dans les fruits et légumes et conserves. » *XI^e Journée Fruitière et Maraîchère,* Avignon, janvier 1963, p. 63.

154. Viel (G.), Raucourt-Ventura. — « Lutte chimique contre les chenilles défeuillantes du pommier à cidre. » *Ann. Epiphyties,* 1956, 3, p. 363.

155. Voisin (A.). — « Conséquences pathologiques des engrais minéraux. » *München. Med. Wochschrt.,* 1962, 103, 22, p. 1144.

156. Walker (K.C.), Goette (M.B.), Batchelor (G.S.). — « Dichlorodiphenyltrichlorethane and dichlorodiphenyldichlorethylene content of prepared meals. » *Agric. and Food Chem.,* 29 septembre 1954, 2, n° 20, p. 1034.

157. Wolfe (H.R.), Elliott (J.W.), Durham (W.F.). — « The trend of D.D.T. and parathion residues on apples grown in central Washington. » *J. of Econ. Entom.,* 1959, 52, n° 6, p. 1053.

158. Wolfe (H.R.), Durham (W.F.), Armstrong (J.F.). — « Residues of some pesticides found on apples grown in central Washington. » *Washington State Hortic. Ass. Proc.,* 1960, 56, p. 160.

159. Wolfe (H.R.). — « Health hazards in the agricultural use of economic poisons. » *The Washington State Weed Confer. Proceedings,* novembre 1960, p. 3.

160. Wolfe (H.R.), Durham (W.F.), Walker (K.C.), Armstrong (J.F.). — « Health hazards of discarded pesticide containers. » *The Arch. of Envir. Health.,* novembre 1961, vol. 3, p. 531.

161. Wolfe (H.R.), Durham (W.F.), Armstrong (J.F.). — « Health hazards of pesticides endrin and dieldrin. » *Arch. of Envir. Health,* avril 1963, vol. 6, p. 458.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

Première partie

Généralités

Chapitre I. — Législation des produits phytosanitaires 7

I. — Méthode de prévention fondée sur l'évaluation des résidus et l'expérimentation animale 8

II. — Législation actuellement en vigueur. Méthode de prévention par le contrôle des produits phytosanitaires et la réalisation de bonnes pratiques agricoles 10

Chapitre II. — Généralités. Aperçu des risques au niveau de l'utilisateur 15

Deuxième partie

Les résidus

Chapitre I. — Le dépôt initial 23

Chapitre II. — Devenir des dépôts initiaux : pertes, dégradations 27

Résidus de surface 27

Chapitre III. — Problème particulier de la dégradation physico-chimique des produits phytosanitaires. Résidus internes 34

Problème posé par le traitement des sols. Résidus dans les sols 38

Contaminations accidentelles 41

Chapitre IV. — Résidus sur les fruits et légumes lors de la récolte 42

I. — Les produits minéraux 43

Les composés arsénicaux, 43 — Les dérivés du brome, 45
Les dérivés du bore, 46 — Les composés du cuivre, 48
Les dérivés du fluor, 49 — Les dérivés du mercure, 50
Les dérivés du plomb, 51 — Les dérivés du sélénium, 52

II. — Les dérivés organo-halogènes 53
D.D.T.,53 — H.C.H. et lindane, 57 — Chlordane, 59 — Aldrine, dieldrine, endrine, 60 — D.D.D., 61 — Méthoxychlore, 62 — Toxaphène, 62 — Heptachlore, 63 — Endosulfan, 63.

III. — Les insecticides organo-phosphores 64

1) Les insecticides du groupe exothérapique 64
Parathion, 64 — Parathion-méthyl, 64, — Malathion, 67 T.E.P.P., 68 — H.E.T.P., 68 — Diazinon, 69 — E.P.N., 70 — Chlorthion, 71 — Isochlorthion, 71 — Mercaptophos, 72 — Azinphos-éthyl, 72 — Azinphos-méthyl, 72 Dipterex, 73 — Diethion, 73 — Dioxathion, 74 — Trithion, 74 — Triméthoate, 74.

2) Les insecticides endothérapiques ou systémiques . .. 74
Déméton, 75 — Déméton-méthyle, 77 — Déméton-méthyle isomère thiol, 77 — Diméthoate, 78 — Schradan, 78 — Dimefox, 79 — Mévinphos, 80 — Phosphamidon, 80 — Endothion, 81.

Chapitre V. — Les fongicides. Les herbicides. Les solvants 82

I. — Les fongicides 82
A) *Classification* 82
B) *Les résidus* 84

II. — Les herbicides 86
Classification 86

III. — Les solvants, huiles, carbures 87

Tableau des données toxicologiques de quelques autres pesticides 88

Tableau des doses maxima acceptables pour une consommation à long terme chez l'homme. FAO/OMS 89

Troisième partie

Aspects particuliers de quelques risques

Chapitre I. — Considération de quelques aspects de risques divers 93

I. — Risque lié au non-respect des délais et doses 93

II. — Effets de potentialisation et d'addition 95

III. — Souillures accidentelles 96

IV. — Risque représenté par une sensibilité particulière de l'individu 96

V. — Devenir des produits absorbés. Effet de cumulation .. 97

VI. — Effet sur la constitution du végétal 99

VII. — Effets sur le goût 99

VIII. — Autres effets 101

Chapitre II. — Problème particulier posé par l'usage des antibiotiques 103

Chapitre III. — Risques de cancérisation pouvant résulter de la présence de résidus dans les fruits et légumes 107

Quatrième partie

Les résidus de pesticides et leurs effets dans les produits conservés par appertisation

I. — Effets de l'épluchage et du grattage 116
II. — Effets du lavage 116
III. — Effets du blanchiment et de la stérilisation 120
IV. — Effets du stockage 124
V. — Distribution des résidus 125
VI. — Jus de fruits naturels 125
VII. — Effet sur le métal des boîtes 126
VIII. — Effets sur les caractères organoleptiques 127
IX. — Position privilégiée des aliments appertisés 128

Cinquième partie

Enquête auprès des producteurs

Sixième partie

Comment pallier ces dangers

CONCLUSION 167

BIBLIOGRAPHIE 173

IMPRIMERIE R. FOULON & CIE, 29, RUE DEPARCIEUX, PARIS XIV^e^ — N° 1 682 - XI-1965